Briefe

über

Alexander von Humboldt's Kosmos.

Ein

Commentar zu diesem Werke für gebildete Laien.

Dritter Theil. Erste Abtheilung.

Bearbeitet

von

Bernhard Cotta,
Professor.

Mit zwei großen Sternkarten von Ad. Stieler, drei Steintafeln und mehreren eingedruckten Figuren.

Leipzig,
T. O. Weigel.
1851.

Vorwort.

Abermals ist es der Wunsch Herrn T. O. Weigel's, welcher mich veranlaßt, auch den dritten Theil des Kosmos in Briefen zu besprechen. Ich unternehme das mit um so größerer Befangenheit, als ich wohl fühle, daß ich mich damit auf ein Gebiet wage, auf dem ich nicht ganz heimisch bin. Wohl wissend, daß, um Anderen recht verständlich werden zu können, eigene Beherrschung des Gegenstandes erstes Erforderniß ist. Es sei indessen gewagt.

Daß es nicht meine Absicht sein kann, das vorliegende Kosmosheft, welches ganz vorherrschend astronomischen Inhalts ist, dadurch zu erläutern, daß ich eine populäre Astronomie zu schreiben versuche, versteht sich von selbst. Ganz abgesehen davon, daß ich's nicht könnte, stehen jedem Freund kosmischer Studien populäre Astronomien in trefflicher Auswahl zu Gebote, ich brauche nur zu erinnern an die Werke Mädler's und Littrow's. Meine Aufgabe ist es, einzelne Stellen des Kosmos wie seinen ganzen Zweck weiter zu besprechen und dadurch einem möglichst großen Leserkreis zugänglich zu machen. Läßt sich dabei anregend wirken, um so besser. Das Niedergeschriebene durchblätternd, fühle ich wohl, daß ich dabei der Phantasie zuweilen größeren Spielraum gelassen habe, als es dem strengen Forscher ziemt. Es ist dies geschehen in der Absicht, auch trockenen Thatsachen ein allgemeineres Interesse zuzuwenden.

Meine Aufgabe fesselte mich in Allem, was Anordnung betrifft, an den Kosmos als an den leitenden Faden. Die An-

ordnung im Kosmos ist aber absichtlich keine systematische, sondern eine frei besprechende, möglichst viel umfassende. Wenn ich nun einzelne Stellen hervorhob, um sie, und dadurch das Ganze, mehr und mehr zu popularisiren, so konnte daraus natürlich nur ein Conglomerat von kleinen Abhandlungen hervorgehen, die zum Theil ohne inneren organischen Zusammenhang aufeinander folgen. Das muß aber in um so höherem Grade der Fall sein, da in diesem Theile des Kosmos die rein astronomischen Entwickelungen größtentheils mit besonderer Vorliebe und Ausführlichkeit bearbeitet sind, der Art, daß sie nur selten einer weiteren Erläuterung bedürfen, während dagegen oft physikalische Bemerkungen eingeflochten sich finden, für die wohl mancher Leser eine weitere Entwickelung wünschen mag. So kommt es nun, daß diese Briefe theils astronomischen, theils physikalischen Inhaltes sind, und daß die letzteren sogar überwiegen. Bunt durcheinander werden in diesen Briefen die ungleichartigsten Erscheinungen besprochen, während manches innig Verwandte sich an zwei sehr getrennten Stellen zur Besprechung darbot. Nur der Kosmos verbindet das Einzelne zum Ganzen.

Zu größerer Bequemlichkeit des Lesers habe ich diesmal über jeden Brief die Stelle als Motto drucken lassen, die ihn veranlaßte. Aus einigen Schriften sind Auszüge oder Uebersetzungen benutzt worden, dagegen sind bloße Citate gänzlich vermieden, da sie der Kosmos bereits in verschwenderischer Fülle bietet.

Ich schrieb diese Briefe in langen Winterabenden; heute sitz' ich im Garten, umwogt von milder Frühjahrsluft — da dünkt mich jeder Athemzug mehr werth, als alle Briefe über den Kosmos.

Freiberg, 3. Juni 1851.

Inhalt.

		Seite
Vorwort		III—IV
1. Brief.	Als Einleitung	1—6
	Führer durch den Weltgarten. Ansichten über Entstehung der Weltkörper. Aufgabe der Briefe.	
2. Brief.	Die specifische Stoffverschiedenheit	6—13
	Ungleiche Schwere der Körper. Chemische Verschiedenheit der Körper. Chemische Reihen der Grundstoffe. Wahlverwandtschaft. Zahl der Grundstoffe.	
3. Brief.	Naturphilosophie	14—35
	Empirische Naturforschung. Dialektische Naturbetrachtung. Mystische Naturbetrachtung. Aesthetische Naturbetrachtung. Spirituelle Naturbetrachtung. Empirische Naturforschung.	
4. Brief.	Die vier Elemente	35—37
	Erde, Wasser, Luft, Feuer, als Repräsentanten von Zuständen.	
5. Brief.	Was ist Centrifugalkraft?	38—40
	Eine Folge des Beharrungsvermögens.	
6. Brief.	Polarität	40—42
	Ungleiche Bedeutung des Ausdruckes.	
7. Brief.	Noch nicht erkannte Erscheinungen	42—45
	Zahl der Planeten. Lage und Richtung der Bergketten.	
8. Brief.	Ursachen aller Periodicität	45—47
	Zeiteintheilung. Witterungsperioden.	
9. Brief.	Sternkarte	47—70
	Art der Darstellung. Sternbilder des nördlichen Himmels. Thierkreisbilder. Sternbilder des südlichen Himmels.	
10. Brief.	Bewegung aller Himmelskörper	70—76
	Auch die Fixsterne bewegen sich. Wahre Bahngestalten.	

		Seite
11. Brief.	Begriffe über Größen . . . . Groß, Klein, Unermeßlich, Unzählbar, Unendlich u. s. w. Verschiedene Größeneinheiten.	76—79
12. Brief.	Auf photometrische Schätzungen begründete Schätzung der Entfernung. Entfernung der Milchstraße.	79—81
13. Brief.	Ist der Weltraum leer? . . . . Weltäther. Gründe dafür.	81—86
14. Brief.	Poisson's Hypothese . . . . Mögliche Temperaturungleichheiten des Weltraumes und ihre Folgen.	86—91
15. Brief.	Die Fortschritte der Naturwissenschaften . . . . Erfindungen der letzten Jahrhunderte. Erfindungen der Zukunft. Das naturgesetzlich Erkannte.	91—97
16. Brief.	Verschiedene Lichtarten . . . . Erkennbar aus der ungleichen Lage der dunklen Linien im Spectrum.	97—99
17. Brief.	Das Licht . . . . Verbreitung des Lichtes. Brechung. Refraction. Doppelte Brechung. Emanationshypothese. Undulationshypothese. Interferenzerscheinungen. Diffraction. Beugung oder Inflexion.	99—108
18. Brief.	Diffuses Licht . . . . Unregelmäßige Zerstreuung der Lichtstrahlen. Schwanken der Sterne.	108—112
19. Brief.	Störungen . . . . Es sind durch gegenseitige Einwirkungen der Himmelskörper hervorgebrachte Abweichungen von der einfachsten Bahngestalt. Periodische und seculäre Störungen.	112—117
20. Brief.	Crepuscularlicht . . . . Die Dämmerung und ihre Ursachen.	117—119
21. Brief.	Das Funkeln der Sterne . . . . Hervorgebracht durch besondere Zustände der Atmosphäre.	119—124
22. Brief.	Die Aberration . . . . Eine optische Erscheinung, hervorgebracht durch die Bewegung der Erde in ihrer Bahn.	124—127
23. Brief.	Beobachtung und Berechnung der Erscheinungen . . . . Schnelligkeit des Lichtes. Beobachtung und Rechnung. Geschichte der Astronomie seit Kepler u. Newton.	127—140
24. Brief.	Färbung der Sterne durch Bewegung. Die farbigen Sterne sind ungleich am Himmel vertheilt.	140—145

Seite

25. Brief. Geschwindigkeit des Lichtes und der Elektricität . . . . 145—146
Deren Verhältniß.

26. Brief. Telegraphenleitung durch die Erde . 146—147
Art der Fortpflanzung oder Ausgleichung des elektrischen Stromes durch die Erde.

27. Brief. Geologische Betrachtung über die Wirkung der Sonne . . . . 148—152
Reicht eine Aenderung der Sonnenwärme aus, um die Natur und Vertheilung der vorweltlichen Organismen zu erklären? Wirkung der Sonnenstrahlen.

28. Brief. Atmosphäre früherer Erdperioden . 152—154
Sie war dichter und dicker. Durch Abkühlung wurde sie so, wie sie ist.

29. Brief. Zeitmessung . . . . 154—159
Verschiedene Zeitmeßapparate. Unvollkommenheit menschlicher Beobachtung. Beseitigung der dadurch bewirkten Fehler. Schnelligkeit der Gedanken und Willensäußerung.

30. Brief. Sternzahl und Gruppirung . . . . 160—162
Zahl der sichtbaren Sterne. Gruppirung in Haufen.

31. Brief. Die Photosphäre . . . . 163—170
Die Lichthülle der Sonne. Sonnenflecke. Sonnenfackeln. Aeußere Atmosphäre der Sonne. Lichtglorie und rothe Lichtberge bei einer Sonnenfinsterniß.

32. Brief. Sternvertheilung . . . . 171—173
Vertheilung im Milchstraßensystem. Nebelflecke. Sternhaufen oder Schwärme.

33. Brief. Die Milchstraße . . . . 173—177
Linsenform und Ringform. Innere Vertheilung der Sterne.

34. Brief. Neue, verschwundene und veränderliche Sterne . . . . 177—180
Ursachen der veränderlichen Lichtstärke. Stern der Weisen aus dem Morgenlande.

35. Brief. Landschaftlicher Eindruck des Himmels 181—183
Das Stabile herrscht am Himmel vor.

36. Brief. Wirkliche und scheinbare Bewegung . 183—188
Eigene Bewegung der Sterne. Scheinbare Bewegung durch Bewegungen der Erde und durch optische Ursachen. Ungleichheiten des objectiven und subjectiven Standpunktes.

37. Brief. Dunkle Weltkörper . . . . 188—190
Es giebt Doppelsterne, deren einer dunkel ist.

38. Brief. Parallaxe . . . . 191—193
Arten, sie zu finden. Erläuterung durch einen Vergleich.

		Seite
39. Brief.	Lichtstärke der Sterne	194—201
	Schwierigkeit der Bestimmung derselben. Vergleichungen mit der Lichtstärke der Sonne. Classification der Himmelskörper in Sonnen, Planeten, Monde, Kometen u. s. w.	
40. Brief.	Lichtweg als Maß	202—205
	Man kann bei sich umkreisenden Doppelsternen durch die Lichtverzögerung die Entfernung bestimmen.	
41. Brief.	Die Centralsonne	205—209
	Existirt eine solche? als überwiegend großer Stern? oder nur als Schwerpunkt? Mädler's Hypothese.	
42. Brief.	Doppelsterne	210—217
	Die Doppel- und mehrfachen Sterne erscheinen dem bloßen Auge einfach. Physische und optische Doppelsterne. Beispiele. Lichtnebel. Sternhaufen. Planetarische Nebel. Gefärbte Nebel.	
	Anhang. Nebel	217—225
	Interessante Beispiele, beobachtet durch das große Rosse'sche Teleskop.	
43. Brief.	Subjective Farbenerscheinungen . .	225—231
	Subjective Farben. Complementärfarben. Ueberglänzen der Sterne.	
44. Brief.	Verschiedenfarbige Sonnen und bunte Tage	231—235
	Ursachen der Färbung. Eindruck der Beleuchtung durch eine oder mehrere bunte Sonnen.	
45. Brief.	Schluß	235—238

Erster Brief.

Als Einleitung.

Der Kosmos behandelt vor Allem den jetzigen Zustand der Welt und die Naturmächte, die darin walten. Nur hie und da wirft er auch einen Blick in die Vergangenheit oder in die Zukunft, in das Gewordensein oder in das Werden der Dinge. Weltbeschreibung ist sein eigentlicher Zweck.

An seiner Hand wandern unsere Blicke zu den fernsten Nebelsternen und kehren zurück durch das Unermeßliche der Erscheinungen zu dem belebten Wassertropfen.

Der erste Theil des dritten Bandes, der uns jetzt vorliegt, ist ein liebenswürdiger Führer durch den ungemessenen Weltraum. Ueberall auf das Lehrreichste und Anziehendste hindeutend, und überströmend von lebendig belehrender Schilderung. Sie glauben an der Hand eines Pflanzenkundigen durch einen herrlichen Garten zu wandeln, der Ihnen hier ein duftiges Veilchen zeigt, dort eine blühende Rose oder eine schwellende Frucht; den farbigen Doppelstern, den kreisenden Planeten oder den unstät schweifenden Kometen. Ihr Führer entwickelt vor Ihrem geistigen Auge die Gesetze der Botanik und der Gartenkunst des Himmels. Er deutet Ihnen die einzelnen Sternblumen und zeigt zugleich, warum die einen hier, die anderen dort an das Himmelszelt gepflanzt sind. Dieser Garten ist also die Welt und seine Blumen sind die Gestirne. Aber Ihr Führer sagt Ihnen nicht, wie diese Blumen entstanden, —

er weiß das selbst nicht, Niemand weiß es; und doch möchten es so Viele gern wissen. Seit Jahrtausenden hat dieser Wunsch die Gemüther bewegt, die Menschen beseelt, und dennoch ist er immer noch unerfüllt geblieben. Dunkele Ahnungen sind hier das einzige Mögliche. Ahnungen, die sich von jeher innigst verwebt haben, mit überwältigender Ehrfurcht vor der unnahbaren Ursache aller Dinge.

Vermuthet hat man genug über die Entstehung der Weltkörper und ihrer harmonisch bewegten Verbindung, das Räthsel selbst ist durch den Fortschritt der Forschung nur immer weiter hinausgerückt worden, nicht gelöst. Aber vielleicht interessirt es Sie, einige jener Vermuthungen, wenn auch nur flüchtig, kennen zu lernen.

Der große Leibnitz ließ zuweilen seinem streng mathematischen Geiste die Zügel schießen und malte sich Ideen aus, von denen er selbst recht wohl wußte, daß es nichts als Ideen seien. Seine Weltentstehungshypothesen gehören in dieses Gebiet. Er hielt alle Planeten und Kometen für altersschwache Sonnen, die einst leuchtend wie unsere Sonne waren, dann aber kraftlos, unselbstständig und abhängig von jugendfrischen Centralkörpern wurden. Wie die Sonnen entstehen, das sagt er uns nicht. Whiston, der durch sein ganzes Leben all seinen Scharfsinn auf Speculationen über Entstehung der Weltkörper verwendete, führte den Ursprung aller Himmelskörper auf Kometen zurück. Aber wie diese selbst entstanden, das sagt auch er uns nicht. Sie sind nach ihm die Embryonen aller anderen Weltkörperformen, und zugleich wird ihr Zusammenstoß stets die Ursache neuer Zeitabschnitte und Umformungen. Auch unsere Erde war einst ein Komet; ein zweiter gab ihr einen Stoß, so daß sie sich um ihre Axe drehte, ein dritter überschwemmte sie mit der Sündfluth, und ein vierter wird sie einst in Brand stecken.

Büffon, in der Natur wie in der geselligen Welt nur mit dem Vornehmsten verkehrend, dachte sich als Anfang eine Sonne, die von ungeordneten Kometen umschwärmt war. Wenn sich nun aber einer dieser Proletarier des Weltraumes ihr bis zu einem gewissen Grade näherte, so zwang sie ihn durch die angeborene königliche Macht der Attraction, entweder

auf sie zu fallen, oder sie in regelmäßigem Wandel als Planet zu umkreisen. Dazu belehnte sie den neuen Vasallen dann auch mit einem Theile ihrer eigenen flüssigen Masse, die er hinter sich herschleppte und die sich theils in Planeten, theils in Trabanten verwandelte, in deren Adern natürlich nun königliches Sonnenblut fließt.

Die dauerndste Anerkennung fand Laplace's Hypothese, und sie umfaßt zugleich alle Weltkörperbildungen, während die bisher berührten sich eigentlich nur auf das Sonnensystem beziehen. Er setzt wie Newton einen ursprünglich gasförmigen Zustand aller Materie, einen Urstoffnebel voraus. In diesem ballen sich an einzelnen Stellen — den späteren Sonnensystemen — die Theile etwas dichter. In der Mitte dieser Anhäufung entwickelt sich ein körperlicher, leuchtender Punkt, der Embryo einer Sonne, vergleichbar vielleicht dem, was wir jetzt hie und da am Firmament als Nebelsterne sehen. (Taf. I. Fig. 2.) Dieser leuchtende Körper wird zugleich der Mittelpunkt einer kreisenden Bewegung. Noch ist die geballte Masse durch hohe Temperatur sehr ausgedehnt. Aber die hohe Temperatur nimmt ab, und durch die damit verbundene Zusammenziehung sondert sich diese gewaltige Dunsthülle des entstehenden Sonnenkörpers in einzelne umschwingende Zonen. In jeder dieser Zonen entsteht wieder irgend ein Punkt besonderer Anziehung, dieser reißt alle Theile der Zone an sich und so entstehen die Planeten mit ihrer gleichsinnigen Bewegung um die Sonne. — Da nun die von der Sonne entfernteren Theile eines jeden Planeten wegen der allgemeinen Rotation natürlich eine schnellere Bewegung haben mußten, als die näheren, so entstand dadurch die Rotation der Planeten um ihre Axe, die wieder ganz dem allgemeinen Umschwung entspricht.

Diese Planeten, die aus der Verdichtung der benachbarten Theile einer concentrischen Schicht der Sonnenatmosphäre entstanden, werden Anfangs, als die Temperatur ihres Inneren immer noch sehr hoch gewesen sein mag, einen viel größeren Kugelraum eingenommen haben. Aber durch weitere allmälige Abkühlung verdichteten sie sich, wie die ursprüngliche Sonnenatmosphäre, zu einem Kern mit einer Dunsthülle. Die weitere Abkühlung der äußeren Schicht dieser Dunsthülle konnte dann

auf dieselbe Art Satelliten erzeugen, wie die Planeten selbst aus der Sonnenatmosphäre erzeugt wurden.

Bei der Absonderung der sich allmälig abkühlenden Schichten von der übrigen Dunsthülle der Sonne mußte die Masse, aus welcher diese Schichten bestanden, durch die Rotation der Sonne gegen den Umschwungsäquator derselben hingetrieben, zu einem flachen, linsenförmigen Ellipsoid abgeplattet werden, wodurch sich erklärt, daß die Bahnen aller Planeten in der Nähe der Ebene des Sonnenäquators liegen, daß ihre Neigungen gegen diese Ebene alle nur sehr klein sind. — Wenn sich die äußerste Schale einer solchen linsenförmigen Dunstatmosphäre in Gestalt einer bereits mehr erkalteten, aber immer noch sehr erwärmten Flüssigkeit, durch die Rotation des Centralkörpers — durch die sogenannte Centrifugalkraft — auf eine für alle Theile dieser Schicht gleichmäßige Art gegen den Aequator herabsenkt, an diesem ringförmig sich anhäufend, ohne sich in ihren einzelnen Partheien zu trennen, und wenn auch die Verdichtung der Masse dieser Schicht um ihren Kern mit ungestörter Regelmäßigkeit vor sich geht, so wird ein flüssiger, später durch weitere Abkühlung fest werdender Ring um diesen Kern entstehen. Aber die Regelmäßigkeit, welche zur Bildung eines solchen Ringes erforderlich ist, wird eine Erscheinung dieser Art immer sehr selten machen, daher wir denn auch in unserem Sonnensystem nur ein einziges Beispiel solchen Ringes, beim Saturn, kennen. In den meisten Fällen wird der Ring schon in den ersten Zeiten seiner Bildung in mehrere abgesonderte Massen sich trennen, die dann für sich, als die Satelliten des jungen Planeten, ihren Weg um denselben und mit demselben zurücklegen.

Diese Art der Bildung der Planeten, wenn sie wirklich so und nur so, ohne alle Einwirkung von Außen, erfolgt wäre, würde die Planeten vollkommen in die Ebene des Sonnenäquators, und die Trabanten genau in die Ebene des Aequators ihres Planeten gelegt haben, d. h. alle diese Bahnen würden sich in einer Ebene bewegen, auch würde sie die Bahnen aller dieser Körper zu vollkommenen Kreisen gemacht haben. Jede kleine Störung dieser regelmäßigen Gestaltung wird aber Veränderungen in den Neigungen sowohl, als auch in der Gestalt (Excentricität) dieser Bahnen hervorgebracht haben, und es scheint

nur, daß diese wirklich eingetretenen Störungen nie groß genug gewesen sind, um jene Neigungen oder diese Bahngestalten ganz von dem ursprünglichen Zustande zu entfernen, weshalb wir dieselben zwischen so engen Grenzen schwankend finden.

Ich fühle wohl, daß es mir schwerlich gelungen sein wird, Ihnen mit so wenigen Worten eine recht deutliche Idee von Laplace's sinnreicher Hypothese zu geben. Ich glaube indessen, daß die Schwierigkeit zum Theil in der Natur der Sache liegt, und besonders daraus hervorgeht, daß das Ganze zwar auf wissenschaftliche Forschungen gegründet, eigentlich aber doch nur ein sehr complicirtes Phantasiegebilde ist, keine Darstellung wirklicher Naturvorgänge.

Plateau's Versuche über die Gestaltveränderungen eines von der Schwere isolirten schnell umschwingenden Oeltropfens, von denen ich Ihnen früher in meinem 13ten Briefe schrieb, haben neues Licht auf die Gestaltung der Himmelskörper, ihrer Ringe und Trabanten geworfen, immer aber das Räthselhafte ihrer Entstehung nicht gelöst, sondern nur weiter zurückgeschoben. Je tiefer man neuerlich in die wahre Kenntniß der Vertheilung und Bewegung der Himmelskörper eingedrungen ist, um so zurückhaltender ist man mit so umfassenden Weltgestaltungshypothesen geworden, die immer nur höchstens einem augenblicklichen Zustande unserer Weltkenntniß entsprechen können.

Forscher wie Humboldt ziehen es vor, das Thatsächliche in seiner überwältigenden Fülle zu zeigen, ohne sich dem Urquell des Sein's voreilig zu nahen, der unseren Blicken undurchdringlich eingehüllt ist in die Umgestaltungen aller Zeiten. Ueberall in der wirklichen Welt das Gesetzmäßige und nur Gesetzmäßiges zeigend, drängen sie die menschlich beschränkte Auffassung über willkührliche Gestaltung stets weiter und weiter zurück, in einen Anfang, oder vielmehr eine Ewigkeit, die stets verhüllt bleibt.

Meine Aufgabe in den nachfolgenden Briefen wird es sein, die Fülle von Thatsachen und Gedanken, welche in dem Kosmos oft auf kleinem Raume zusammengedrängt ist, weiter zu zergliedern. Manches, was Ihnen in dieser Kürze unklar erscheinen dürfte, möglichst zu erläutern, an das Gegebene weitere Betrachtungen anzuknüpfen, und Ihnen hie und da zu eige-

ner Verfolgung des Gegenstandes Anregung zu geben. Ich werde auch diesmal keine andere Anordnung wählen, als die des Kosmos, und ich werde jedesmal die vorzugsweise zu besprechende Stelle als Motto über meine Briefe setzen, wobei ich jedoch ein für allemal bemerken muß, daß hierzu natürlich nur einzelne charakteristische Stellen gewählt werden können, während der darunter folgende Brief sich oft auf mehrere Seiten oder Blätter des Kosmos bezieht.

Zweiter Brief.

Die specifische Stoffverschiedenheit.

„Um das Dasein eines gemeinsamen Bandes, welches die ganze Körperwelt umschlingt, um das Walten ewiger Gesetze und den ursachlichen Zusammenhang ganzer Gruppen von Erscheinungen, soweit derselbe bisher erkannt worden ist, anschaulicher hervortreten zu lassen, mußte die Anhäufung vereinzelter Thatsachen vermieden werden. Eine solche Vorsicht schien besonders da erforderlich, wo sich in der tellurischen Sphäre des Kosmos, neben den dynamischen Wirkungen bewegender Kräfte, der mächtige Einfluß specifischer Stoffverschiedenheit offenbart.“

Kosmos S. 4.

Sie wünschen zu wissen, was hier unter specifischer Stoffverschiedenheit zu verstehen sei. — Der ganze Kosmos sucht die Einheit in der Vielheit nachzuweisen, oder zu zeigen, wie die unendliche Mannichfaltigkeit der Natur im Grunde doch nur auf eine geringe Zahl verhältnißmäßig einfacher Naturgesetze zurückführbar ist, und wie diese durch das vielartigste Ineinandergreifen jene unendliche Mannichfaltigkeit der Erscheinungen hervorbringen, die wir in der uns umgebenden Welt bewundern. Es sind nun aber nicht blos allgemeine Eigenschaften aller Körper, welche sich, wie die Gravitation, als naturgesetzlich wirkend zu erkennen geben, sondern auch besondere durch die specifische Stoffverschiedenheit bedingte, so z. B. die chemischen Eigenschaften der

Körper, die sich als sogenannte chemische Wahlverwandtschaften zu erkennen geben; aber nicht in dieser Beziehung allein, sondern noch in vielen anderen sind die Stoffe specifisch verschieden.

Gravitation übt, und ihr unterliegt so viel wir wissen, jeder Körper, aber in ungleichem Grade, je nach der Dichtigkeit der Verbindung seiner Atome, und in sofern zeigt sich schon hierdurch, oder was dasselbe ist, durch das ungleiche specifische Gewicht, eine specifische Stoffverschiedenheit.

Die gegenseitige Anziehung der Himmelskörper ist nicht nur verschieden nach ihrer Größe und Entfernung, sondern auch nach der ungleichen Dichtigkeit (specifischen Schwere) ihrer Substanz. Sie steht deshalb nicht in constantem Verhältnisse mit der Größe, dem Volumen, sondern sie wird bedingt durch Entfernung, Größe und Dichtigkeit zugleich. Von zwei gleich großen Himmelskörpern kann bei gleicher Entfernung der eine möglicher Weise nur halb so viel Anziehung (Gravitation) auf einen dritten üben, als der andere, weil das specifische Gewicht seiner Masse nur halb so groß ist. So äußert sich also eine gewisse specifische Stoffverschiedenheit durch ungleiche Gravitation auch an den Himmelskörpern in ihrer Totalität. Aber das ist auch die einzige Stoffverschiedenheit, die sich an den Weltkörpern wahrnehmen läßt. Alle übrigen Stoffverschiedenheiten sind ohne Einfluß auf die Bewegung derselben und folglich unerkennbar. Dieser Umstand vereinfacht ihre Betrachtung außerordentlich, macht sie der mathematischen Behandlung vorzugsweise leicht zugänglich, während bei allen irdischen Einzelkörpern eine große Zahl von Eigenschaften gleichzeitig wirkt und dadurch so complicirte Erscheinungen hervorruft, daß sie sich zum Theil noch aller mathematischen Behandlung entziehen, so namentlich die des organischen Lebens.

Ganz besonders ungleich sind auch die sogenannten chemischen Wirkungen der Körper auf einander, oder ihre Verwandtschaften zu einander. Die Chemiker haben hiernach versucht, alle Körper und zwar zunächst die sogenannten Grundstoffe (die Elemente), von denen jeder nach ihrer Ansicht etwas von allen anderen specifisch Verschiedenes ist, in Reihen zu ordnen, an deren

eines Ende sie z. B. die elektronegativsten Körper stellen, während das andere mit den elektropositivsten schließt. Diese Endglieder: der Sauerstoff und das Kalium, besitzen die entgegengesetztesten chemischen Eigenschaften und deshalb die größte Verwandtschaft zu einander. Wenn man alle einfachen Grundstoffe in eine Lage versetzen könnte, in welcher für je zwei derselben die Verbindung gleich leicht wäre, so würden sich am begierigsten diese beiden Extreme der Reihe unter bestimmten Verhältnissen mit einander vereinigen; was von dem einen oder dem anderen übrig bliebe, würde sich dann wieder am begierigsten mit dem nächstfolgenden, oder einem der nächstfolgenden Extreme der Reihe verbinden und so fort, die einzelnen um so begieriger, je entfernter sie in der Normalreihe von einander sind.

Es ist aber schwierig, die chemischen Grundstoffe so in Reihe und Glied zu bringen, daß gleichzeitig alle ihre verschiedenen Eigenschaften einigermaßen berücksichtigt werden; man kann diese Aufgabe nur annäherungsweise lösen. In der nachstehenden Zusammenstellung bilden also der elektronegativste (sauerste) Sauerstoff und das elektropositivste (basischste) Kalium die beiden Endglieder, dann folgen auf den ersteren diejenigen Stoffe, die sich in ihren Eigenschaften und Verbindungen ähnlich wie Sauerstoff verhalten, auf das Kalium aber die diesem ähnlichen Stoffe. Da, wo die beiden Aeste der Reihe unten sich vereinigen, findet man die unentschiedenen, bald negativ, bald positiv erscheinenden Elemente. Es gilt wie gesagt als ein Grundgesetz in der Chemie, daß die Körper mit um so größerer Begierde sich mit einander verbinden, je unähnlicher sie sich sind, während die sich in ihren Eigenschaften ähnlichen Körper entweder gar keine, oder doch nur eine sehr geringe Neigung zur Vereinigung zeigen, und man kann daher diese Reihe zugleich als eine ungefähre Darstellung von den Affinitäten der Elemente betrachten.

Sauerstoff	Negative, oder vorzugsweise Säuren bildende Elemente.	Positive, oder vorzugsweise Basen bildende Elemente.	Kalium
Fluor			Natrium
Chlor			Baryum u. Strontium
Brom			Calcium u. Magnesium
Jod			Aluminium
Schwefel			Chrom
Selen			Mangan
Phosphor			Eisen
Stickstoff			Zink
Kohlenstoff			Nickel u. Kobalt
Bor	Unentschiedene, bald Säuren, bald Basen bildende.		Blei u. Wismuth
Kiesel			Kupfer
Arsen			Quecksilber
Antimon			Silber
Zinn			Platin u. Gold

Wasserstoff.

Ich wiederhole es nochmals: die weit auseinanderstehenden Stoffe haben große Lust sich zu verbinden, die nahe zusammenstehenden nur geringe oder gar keine. Der Sauerstoff z. B. würde, wenn er wählen könnte, unter allen Elementen sich am liebsten mit dem Kalium verbinden, dann mit dem Natrium, nach diesem mit dem Calcium u. s. w. Am gleichgültigsten dagegen wird er sich gegen seinen Nachbar, das Fluor, verhalten. — Das Kalium, auf der anderen Seite, zeigt ebenso die größte Neigung zum Sauerstoff, dann zum Fluor, Chlor, Brom, Schwefel u. s. w., die geringste gegen das Natrium, Baryum u. s. w. Diese Verwandtschaftsscala ist jedoch eine einigermaßen schwankende, die Verwandtschaftsverhältnisse sind nicht alle genau feststellbar, daher kommt es denn auch, daß fast jeder Chemiker die Grundstoffe etwas anders aneinanderreiht. Das eigentliche Grundgesetz der ungleichen Verwandtschaft steht jedoch fest, und auf ihm beruhen alle chemischen Verbindungen und Zerlegungen, nur die Einzelheiten sind noch nicht alle vollständig erkannt.

Während in der vorstehenden Ordnung (nach Stöckhardt) nur die wichtigeren und etwas genauer bekannten Grundstoffe auf-

genommen sind, will ich Ihnen hier nun auch noch eine andere vollständige Reihe aller bis jetzt bekannten Elemente abschreiben. Aus der Vergleichung beider Reihen werden Sie dann leicht erkennen, wie ungleich die Principien und Ansichten über die systematische Anordnung der einzelnen Grundstoffe sein können.

1. Sauerstoff.	33. Tantal.
2. Wasserstoff.	34. Niobium.
3. Kohle.	35. Pelopium.
4. Bor.	36. Ilmenium?
5. Phosphor.	37. Wolfram.
6. Schwefel.	38. Molybdän.
7. Selen.	39. Vanadin.
8. Jod.	40. Chrom.
9. Brom.	41. Uran.
10. Chlor.	42. Mangan.
11. Fluor.	43. Arsen.
12. Stickstoff.	44. Antimon.
13. Kalium.	45. Tellur.
14. Natrium.	46. Wismuth.
15. Lithium.	47. Zink.
16. Baryum.	48. Cadmium.
17. Strontium.	49. Zinn.
18. Calcium.	50. Blei.
19. Magnesium.	51. Eisen.
20. Cer.	52. Kobalt.
21. Lanthan.	53. Nickel.
22. Didym.	54. Kupfer.
23. Yttrium.	55. Quecksilber.
24. Erbium.	56. Silber.
25. Terbium.	57. Gold.
26. Beryllium (Glicium).	58. Platin.
27. Aluminium.	59. Palladium.
28. Thorium.	60. Rhodium.
29. Zirkonium.	61. Iridium.
30. Norium.	62. Osmium.
31. Kiesel (Silicium).	63. Ruthenium.
32. Titan.	

Sie wissen, daß man unter Elementen oder Grundstoffen diejenigen Körper versteht, von denen sich mit Hülfe der Chemie für den Augenblick keine weitere Zusammensetzung erkennen läßt, womit jedoch noch nicht unbedingt behauptet werden soll, daß nicht später vielleicht eine Zusammensetzung derselben aufgefunden werden könne. Das Wasser z. B. hat man lange Zeit für ein Element gehalten, bis 1783 — 1784 Cavendish und Lavoisier zeigten, daß es aus Sauerstoff und Wasserstoff zusammengesetzt ist. Kieselerde, Kalkerde, Thonerde u. s. w. hielt man noch zu Anfang dieses Jahrhunderts für Elemente, bis S. Humphry Davy nachwies, daß sie Oxyde sind, bestehend aus einer metallähnlichen elementaren Basis verbunden mit Sauerstoff.

Einige Chemiker vermuthen schon längst, daß auch die Metalle eigentlich keine einfachen Grundstoffe sein möchten, und daß es nur noch nicht gelungen sei, sie in ihre Grundstoffe zu zerlegen. Sollte das einst gelingen, so würde es dann vielleicht auch möglich werden, die Metalle künstlich, durch Vereinigung ihrer Grundstoffe, herzustellen. Während man es bis jetzt für eine Albernheit erklären muß, wenn Jemand sich damit beschäftigt, Gold zu machen, so würde dies nachher gar nicht mehr unmöglich sein; der Weg, welcher ohne blinden Zufall allein dazu führen kann, ist aber durchaus nur der, daß man vorher versucht, das Gold in einfachere Bestandtheile zu zerlegen.

Eine interessante Frage ist es natürlich, ob die Grundstoffe der Erde nur dieser angehören, oder auch anderen Weltkörpern, ob sie nicht zum Theil sogar allgemeine Weltstoffe sind? Die Entscheidung dieser Frage ist vorläufig unmöglich; wir können bis jetzt höchstens das specifische Gewicht der anderen Himmelskörpermassen und auf dem Monde den Charakter der Oberflächenformen studiren, welcher denen der Erde in gewisser Beziehung so ähnlich ist, daß man daraus wohl auf eine gewisse Analogie der Zusammensetzung schließen muß. Nur in einem Falle ist es möglich, kosmische Körper der chemischen Analyse zu unterwerfen; diesen Fall bieten die Meteorsteine dar. In ihnen aber sind nur irdische Elemente gefunden worden, d. h. nur solche, die schon als Bestandtheile der Erde bekannt sind, und auch nur irdische Verbindungsweisen derselben. Ist es erlaubt, da-

raus zu schließen, daß die chemische Zusammenstellung überall im Sonnensystem oder in der Welt eine analoge ist, nur mit localem Vorherrschen des einen oder des andern Stoffes? — Die Hypothese des Laplace setzt dies nothwendig voraus.

In den letzten 20 bis 30 Jahren hat sich die Zahl der chemischen Elemente durch neue Entdeckungen stets nur vergrößert, es ist aber eben so gut denkbar, daß sie sich einst durch den Fortschritt der Wissenschaft wieder vermindern wird. Es ist möglich, daß viele Stoffe, die wir jetzt für Elemente halten müssen, eigentlich aus anderen bereits bekannten Elementen oder aus bekannten und neuen, oder aus lauter neuen zusammengesetzt sind. Eine Verminderung der Elemente würde aber nie bis unter 2 herabsinken können, denn 2 Grundstoffe sind jedenfalls und mindestens nöthig, um die specifische Stoffverschiedenheit der Körper zu erklären, aber 2 reichen, theoretisch betrachtet, allenfalls dazu aus, da sich diese unter allen möglichen Verhältnissen der Quantität mit einander verbinden können, so daß dadurch allein schon eine unendliche Mannichfaltigkeit der Qualität der gemengten Stoffe möglich wird. Wir dürfen uns jedoch nicht zu sehr in das Gebiet so fruchtloser Speculationen verlieren, wir müssen vielmehr vorläufig bei den gefundenen 63 Elementen stehen bleiben. Bis man ihre weitere Zusammensetzung nachweist, bleiben sie für uns einfache specifisch verschiedene Stoffe.

Die specifische Stoffverschiedenheit giebt sich übrigens wie gesagt nicht blos durch die ungleiche Schwere und durch die chemischen Verwandtschaften zu erkennen, auch eine Menge andere besondere Eigenschaften der Körper werden dadurch bedingt, die alle von einander unabhängig sein können. So das ungleiche Verhalten gegen Licht und Wärme, gegen Magnetismus und Elektricität. Sie können alle unabhängig von einander sein, d. h. wenn man die Stoffe nach dem Grade der Aeußerung dieser verschiedenen Eigenschaften ordnet, so werden vielleicht alle diese Reihen von einander abweichen.

Was ich Ihnen vorhin über die chemische Verwandtschaft der Elemente sagte, umfaßt zugleich die wichtigste Grundlage der ganzen neueren Chemie. Sie beruht wesentlich auf dem Gesetze der Verwandtschaft unter bestimmten Verhältnissen der

Quantität. Wenn zwei Stoffe A und B mit einander verbunden sind und es kommt ein dritter C hinzu, der mit A eine größere Verwandtschaft hat, als B, so entsteht zwischen A und C die Tendenz, sich mit einander zu verbinden und dafür B frei zu geben. Diese Tendenz wird sich sogleich realisiren, wenn nicht der starre Zustand es verhindert, d. h. wenn alle oder einer der Stoffe sich im flüssigen oder gasförmigen Zustande befinden. Aber alle diese Verbindungen finden nur bis zu gewissen gegenseitigen Quantitätsverhältnissen, bis zu der sogenannten Sättigung statt. Ist diese zwischen den am meisten verwandten Stoffen erreicht, dann kann auch der dritte noch zum Theil mit dem Stoff verbunden bleiben, welcher im Ueberschuß vorhanden ist. Solche Verwandtschaften und Verbindungen finden aber nicht blos zwischen zwei, sondern auch zwischen drei und mehreren Stoffen gleichzeitig statt. Die bestimmten Quantitätsverhältnisse der Verbindungen pflegt man stöchiometrische zu nennen und in Formeln durch Buchstaben, Zahlen und Zeichen auszudrücken.

Sie werden leicht einsehen, daß auf diese Weise die chemische Stoffverschiedenheit die Möglichkeit einer ungemein großen Mannichfaltigkeit von Verbindungen gewährt, sowohl nach Qualität, als nach Quantität. Das Ungleichartige strebt zu einander und trennt das Gleichartige. — Und besteht nicht auch unser innerstes Sein und Leben aus solchen verbundenen Gegensätzen, die gerade durch ihre vielfache Verbindung den Reiz der Abwechselung bedingen? Nicht zu dem physisch oder moralisch ganz Gleichartigen strebt der Liebende, sondern stets nach einem gewissen Gegensatz, der mit ihm sich ausgleichen kann. Das sind jedoch Beziehungen, die von dem Gebiet der Naturforschung in das der Naturpoesie abschweifen.

Dritter Brief.

Naturphilosophie.

„Ein solcher Drang nach dem Verstehen des Weltplanes, d. h. der Naturordnung, beginnt mit der Verallgemeinerung des Besondern, mit Erkenntniß der Bedingungen, unter denen die physischen Veränderungen sich gleichmäßig wiederkehrend offenbaren; er leitet zu der denkenden Betrachtung dessen, was die Empirie uns darbietet, nicht aber zu einer Weltansicht durch Speculation und alleinige Gedankenentwickelung, nicht zu einer absoluten Einheitslehre in Absonderung von der Erfahrung. Wir sind, ich wiederhole es hier, weit von dem Zeitpunkt entfernt, wo man es für möglich halten könnte, alle unsere sinnlichen Anschauungen zur Einheit des Naturbegriffes zu concentriren."

Kosmos S. 10.

Der Grundunterschied, welcher die Naturforschung, deren bezeichnendste Fahne v. Humboldt's Kosmos geworden ist, von jeder anderen scheidet, ist der, daß sie eine rein ursprüngliche ist, welche, von jeder Einseitigkeit fern, sich nur die Aufgabe stellt, den wahren Zusammenhang der Dinge zu ergründen; daß sie jedes Resultat, welches eine unparteiische und redliche Untersuchung der Natur findet, als gleich werthvoll betrachtet, zu welchem Schluß, zu welchen neuen Folgerungen dasselbe auch führt, gleichgültig, wie die subjective Anschauung davon berührt wird. Ganz objectiv zu sein, ist allerdings nie dem Individuum möglich, allein eine ungetrübte Auffassung wird nicht bezweifeln, daß die Wahrheit stets das Zweckmäßige mit dem Gerechten, das Nothwendige mit dem Gesetzmäßigen vereint. Jeder Widerspruch, der sich anscheinend dagegen geltend macht, beweist nicht die Fehlerhaftigkeit des Weltganzen, sondern nur die unserer eigenen Anschauung.

Der wahre Forscher läßt sich wohl zeitweise von Hypothesen leiten, er sucht sie zu begründen, er verfolgt sie, sie führen ihn weiter und weiter, aber er bleibt sich stets bewußt, daß es eben nur Hypothesen sind. Er erfindet nichts, er sucht es nur heraus; ohne jede vorgefaßte bestimmte Meinung, ohne Vorurtheil, ohne einen fest bestimmten Ausgangspunkt zu verlangen, beginnt er seine Untersuchungen, folgt dem Lauf seiner Beobachtungen, wohin sie ihn auch tragen, denn alle Wege der Forschung führen doch immer zu dem einen Ziel „der Wahrheit."

Es ist ja nicht Aufgabe des Naturforschers, sich die Welt zu erklären, wie er sie sich denkt, sondern wie sie ist.

Schon ein altes Sprichwort sagt: „Was der Mensch wünscht, das glaubt er gern." Wer sich daher bewußt ist, in irgend einer Richtung voreingenommen zu sein, der muß doppelt vorsichtig bei der Angabe von Resultaten verfahren, welche er in dieser Richtung gefunden zu haben glaubt, er muß sich stets erinnern, daß er nicht durch ganz farblose Gläser sieht.

Diese Betrachtungsweise, es ist die des Kosmos, mag vielen nüchtern und einfach vorkommen, allein sie ist die großartigste, weil sie die Welt in ihrer Unermeßlichkeit umfaßt, wie sie den Schluß ihres Gebäudes nur in der Erkennung des Ganzen findet.

Ich möchte diese empirische Betrachtungsweise des All's die natürliche nennen, weil sie dem Laufe der Natur folgt, während die anderen, sich von demselben entfernend, einen künstlichen Weg einschlagen.

Eine dieser gekünstelten Auffassungsweisen der Welt ist vorherrschend deutsch, deshalb und da die anderen als mehr oder weniger von ihr abgeleitet erscheinen, berühre ich sie zuerst. Die dialektische Anschauung, die sogenannte Naturphilosophie, wie sie von Hegel, Schelling und ähnlichen deutschen Denkern gelehrt wird, hält den Geist für das Ursprüngliche und deducirt aus ihm die Welt, als ein Abgeleitetes, als eine Function desselben. Die natürliche Auffassung sieht im Gegensatz in dem Geist nur die letzte und höchste Blüthe der Entwickelung unseres Erdkörpers, und weit entfernt, ihn für etwas Absolutes zu halten, erscheint er ihr als eine ganz concrete und darum unvollkommene Form, wenn sie auch dieselbe als die vollendetste unter den realen Formen betrachtet.

Der große Aristoteles ging von dem Grundgedanken aus, allgemeine Principien aufzustellen und daraus die besonderen Fälle zu erklären, vielleicht die verderblichste Methode, die überhaupt für die Naturforschung gewählt werden konnte, da sie dadurch die Beobachtung, die Erfahrung, die Empirie, die nur auf das Besondere sich stützt, ganz beseitigte. Solch ein allgemeines Princip machte sich schon früh in der Anschauungsweise der älteren griechischen Weisen geltend, die mit einer Art von beste-

chender Natürlichkeit das Uragens der Natur, das allgemeine Princip im Einfachen voraussetzten, und so in Jedem, was sie für einfach hielten, diese Urkräft zu erblicken glaubten. So Thales im Wasser, Pherekydes in der Erde, Heraklit im Feuer, Anaximenes in der Luft. Der schon weit höher entwickelte Plato suchte noch in ähnlicher Gedankenverbindung die Zusammensetzung aller Stoffe in jenen vier sogenannten Elementen.

Der Aristotelische Einfluß hat in der Philosophie bis auf die neueste Zeit und so mächtig fortgewirkt, die Zahl der Peripatetiker ist zu allen Zeiten so groß gewesen, daß man wesentlich darauf die Richtung unserer sogenannten Naturphilosophie zurückführen kann. Aus der Allgemeinheit, dem allgemeinen Princip, das noch nicht Erkannte, Besondere, erklären zu wollen, hat natürlich zu allen möglichen Sprüngen und Taschenspielereien führen müssen. Die Empirie, niemals die sogenannte Naturphilosophie, hat nämlich viele der besonderen Erscheinungen festgestellt; während nun der Philosoph thut, als wollte er die Natur des Besonderen aus dem allgemeinen Princip entwickeln, hat er eigentlich das Resultat, von der Naturforschung erborgt, schon in der Tasche, und seine Aufgabe beschränkt sich auf die Vermittlung des angenommenen allgemeinen Princips mit dem empirisch gefundenen Resultat. Diese Vermittlung geschieht auf dem Wege der Dialektik, und weil es gerade vom Wege, den wir bei der Naturforschung einschlagen, abhängt, ob wir recht oder irre gehen, so haben wir diese Betrachtungsweise par excellence die dialektische genannt.

Fest steht, daß niemals eine Entdeckung in der Natur durch die Dialektik erfolgt oder auch nur angebahnt worden ist; überall, wo dieselbe nicht von der Empirie borgen konnte, ist sie zu kurz gekommen; daher sehen wir auch, daß sie da, wo die Empirie über die Natur der Dinge noch gar nichts sagen kann, sich in ein unverständliches Dunkel hüllt, bei dem man sich gerade Alles denken kann, weil nichts Bestimmtes, Begreifliches darin ausgesprochen ist. Oder vermöchten Sie sich bei Erklärungen wie die folgenden etwas zu denken? z. B.: „Die erste Totalität der absoluten Identität in der Finsterniß ist der Magnetismus"; oder: „die Rückbildung der Form in das Wesen der unendlichen

Mannichfaltigkeit in die Einheit ist die Elektricität", oder „die Sensibilität ist die unendliche Möglichkeit in der Wirklichkeit." Bis jetzt waren für den Empiriker Magnetismus, Elektricität sowohl wie die Sensibilität nur Worte für eine Summe von wahrscheinlich zusammenhängenden Erscheinungen, deren Wesen ihm vollständig unbekannt ist. Gleichsam X, Y und Z in festgegebenen Gleichungen, deren Lösung nur noch nicht gelungen ist, und deren Werthe zwar unbekannt, aber darum nicht unbestimmt sind.

Die Dialektik entzieht sich durch jene dunkle, tiefsinnige Sprache der Verlegenheit, in welche sie sonst gerathen würde, wenn sie sich über die Grenzen des empirischen Naturwissens wagt; zuweilen sieht sie aber auch diese vorübergehenden Grenzen für absolute an und bewundert die geheimnißvolle Zahl der Planeten oder den weiten leeren Raum zwischen Mars und Jupiter, eine tiefe Nothwendigkeit, eine strenge Consequenz darin findend, bis die boshafte Empirie diese Trugschlüsse durch die Entdeckung von vielen neuen planetarischen Weltkörpern zerstört. Die dialektische Methode ist aber so biegsam, daß es dem Empiriker fast unmöglich gemacht wird, das Unzulängliche derselben zu erweisen, indem man immer das empirisch Gefundene wieder mit dem allgemeinen Princip verbindet, nicht durch eine streng logische, consequente Kette von Schlüssen, denn dann müßte die Dialektik bald mit der Empirie in Widerspruch kommen, sondern durch Sprünge und Eskamotagen, bei denen zuweilen die Gesundheit des menschlichen Geistes ernstlich Gefahr läuft.

Die Dialektik thut sich besonders viel darauf zu Gute, logisch zu sein, während wir den ganzen Weg als einen durchaus unlogischen bezeichnen müssen; wie es nicht anders sein kann, wenn der Anfangspunkt durch das philosophische System dictirt wird, den Ausgangspunkt die Empirie fest bestimmt hat und nun also der Weg nicht mehr ein freiwilliger ist. Logische Formen können zuweilen recht unlogisch sein, wie das als unendlich tief bewunderte Cogito ergo sum des Cartesius: „Ich denke, also bin ich" genau genommen sehr trivial ist. Wenn es heißt „Ich denke", so wird das Ich, welches bewiesen werden soll, bereits vorausgesetzt. Dergleichen Zirkelschlüsse spielen

in dieser geistigen Taschenspielerei eine Hauptrolle, man producirt als gefunden, was man schon lange vorher besaß. Wenn dieser Mißgriff in der Erforschung der Natur nicht so allgemein verworfen wird, als es zu wünschen wäre, so kommt es daher, weil in den dialektischen Deductionen Methode ist und Viele das Methodische stets mit dem Wissenschaftlichen verwechseln.

„Denn ein vollkommner Widerspruch
Bleibt gleich geheimnißvoll für Kluge wie für Thoren,
Gewöhnlich glaubt der Mensch, wenn er nur Worte hört,
Es müsse sich dabei doch auch was denken lassen."

Freilich kann die Empirie bis jetzt nicht, wie die dialektische Naturbetrachtung, stets ein in sich verbundenes und abgeschlossenes Ganze bieten, weil sie nichts annimmt, was sie nicht nachweisen kann. Aber untersuchen Sie mir das Kunstwerk der Dialektik genauer, Sie werden finden, daß die Einheit blos eine scheinbare ist, die nur den zu täuschen und zu befriedigen vermag, der die Natur nicht kennt. Die Resultate im Anfang und Ende als erwiesen annehmend, vermittelt die Dialektik dieselbe, wie etwa ein Taschenspieler die sogenannten Nebelbilder, durch den allmäligen Uebergang des auffallenden Lichtes in das Durchscheinende. Nicht die Bilder gehören zu einander, sondern nur die Mittel, um sie sichtbar zu machen. Es ist nicht blos möglich, es ist sogar wahrscheinlich, daß den verwandten Erscheinungen stets eine Ursache zum Grunde liegt, aber was formell als zusammengehörig erscheint, kann in seiner Wesenheit weit auseinander liegen. Darum antwortet der Naturforscher so lange ein bescheidenes „noch ungelöst" auf die Fragen, welche sich über den Zusammenhang der Dinge ihm aufdrängen, bis ihm eine nähere Beobachtung, vielseitigere Erfahrungen, zum Aufstellen von Hypothesen berechtigen. Erst nachdem er diese lange beobachtet, geprüft, verändert, wagt er, wenn ihm die Wesenheiten der Erscheinung klar geworden sind, die Entwickelung eines Gesetzes.

Die Dialektik kennt ihrer Natur nach die Hypothese nicht. Darunter versteht der Empiriker stets die einfachste Erklärung für noch wenig erkannte Erscheinungen, die so lange gilt, als er keine einfachere findet, oder eine nähere Kenntniß des Phänomens

ihn auf Widersprüche führt. Die Dialektik hat es stets mit absoluten Wahrheiten zu thun, denn sie hält ja eigentlich die Natur bereits in ihrem Geiste gefangen, dieser ist ihr ja das Ursprüngliche, seine Aussprüche sind absolut, wie er selbst. Schade, daß sie nur im Reiche der Sophistik, nicht in der Natur Geltung haben, wie die Orakelsprüche der Pythia nur bei denen, die daran glauben. Der Empiriker schöpft seine Ansichten aus dem ewigen Born der Natur, die Quelle bleibt dieselbe, aber die Mittel der Empirie, im Anfange beschränkt, sind mit der Zahl der Erfahrungen und durch dieselben gewachsen, jede neue Entdeckung vermehrt auch die Mittel zu abermals neuen Entdeckungen. Ja willkürlich dienstbar wird die Natur dem Beobachter auf dem Wege des Experimentes.

Selbstständig, unabhängig, nicht einmal der Natur als Quelle bedürftig, steht der Dialektiker da, allein sich selbst genügend; für ihn ist Archimedes Wunsch erfüllt; ihm ward der Punkt außerhalb der Erde, durch den er sie aus ihren Angeln hebt.

„In dem Denken, das sich selbst denkt." Aus dem „reinen Gedanken" entwickelt seine schöpferische Phantasie das Wesen der Natur, da ihm der Geist der Vater aller Dinge ist.

„Alles, was gedacht wird, ist, und ist nur darum, weil es gedacht wird", aber die gedachte ist nicht die begriffene Welt. Dem Empiriker ist es nicht um die gedachte, sondern um die erkannte Welt zu thun, er glaubt nicht, daß er die Welt weiter begriffen habe, als er sie erkannt hat. Nur so weit trägt ihn seine Sehergabe, weil Wirklichkeit und Wahrheit die Grundbedingungen seines Denkens sind.

Nicht jedem Gemüthe mag solche Beschränkung erträglich sein, nicht Alle sind im Stande, „ohne Hast, aber auch ohne Rast" zu arbeiten für eine Befriedigung, welche einer fernen Zukunft vorbehalten ist, denn erst nach Generationen wird ein allgemeiner Ueberblick möglich sein.

Aber glauben Sie mir, es liegt mehr Fülle in der scheinbaren Armuth des Empirikers, als in dem erborgten Reichthum des Dialektikers. Kann es Jemand, dem es Ernst um die Sache ist, wohl in einem Kartenhause sein, das jede neue Entdeckung umwirft? Was nutzt die Behaglichkeit eines vollendeten Systems, in welchem überall, wo noch empirisch gefun-

dene Gesetze fehlen, die Lücken durch dialektische Phantasien ausgefüllt werden müssen? Solche Behaglichkeit wird mit fortdauernder Unsicherheit des Besitzes erkauft.

Der Forscher mißgönnt Niemandem diese Freude, weil er unempfänglich dagegen ist, aber er bedauert, daß diese leichte, luftige Bauart, diese Art der Erschaffung einer Welterkenntniß, eben wegen ihrer Leichtigkeit, so manche schöne Kräfte, so manchen vortrefflichen Denker der beobachtenden Forschung entzieht.

Die Dialektiker werden zu der Ueberzeugung kommen, daß die „rohen Empiriker" denn doch schon ziemlich viel gefunden und gesammelt haben, und der Kosmos liefert auch dem Laien den Beweis, daß damit schon wenigstens der Grund gelegt ist zu einem großartigen Bau.

Nirgends findet man in dessen Gefüge einen Stein, der der dialektischen Naturbetrachtung entnommen wäre. Ist es nicht aber ein Beweis für die Trüglichkeit dieser letzteren Methode, daß ihre Anhänger jede empirisch gefundene Entdeckung als eine Wahrheit anerkennen? Selbst dann, wenn sie den dialektischen Voraussagungen nicht entspricht. Mir scheint darin eine Art von Bekenntniß zu liegen, daß die Dialektik nur überredet, — ihre Waffe ist das Wort — aber nicht überzeugt.

Die Empiriker dagegen haben es oft unter ihrer Würde halten müssen, die Behauptungen der Dialektik zu widerlegen oder auch nur ernstlich zu beachten. Setzte doch noch vor wenigen Jahren ein durch seine gesellschaftliche Stellung sehr angesehener Mann einen Preis von 2000 Thlr. dafür aus, wenn man ihm die Irrigkeit seiner ächt dialektischen Ideen über den Luftdruck nachweise, dessen Existenz er läugnete. Kein Empiriker hielt es für verträglich mit seiner Würde, auf diesen leichten Beweis einzugehen.

Wenn man einst die Geschichte der Verirrungen des menschlichen Geistes schreibt, wird die deutsche Naturphilosophie keinen geringen Beitrag dazu liefern. Gleichwohl grollt der Empiriker dem Dialektiker nicht, wenn er auch ob der Kraftverschwendung zürnt, die in so nutzlosem Thun vergeudet wird, denn er vergißt nicht, daß es doch auf Erkennen der Natur, der Welt, abgesehen ist und nur die Mittel und Wege irrig sind. Ein englisches Sprichwort sagt höchst bezeichnend: Der schlechteste

Renner auf dem rechten Wege erreicht früher das Ziel, als der beste auf dem falschen.

Weit schädlicher als die so eben besprochene wirkt aber jene Art der Naturbetrachtung, — wenn es erlaubt ist, sie so zu nennen — welche es sich offenbar zur Aufgabe macht, die Welt nicht zu begreifen, so sehr man sich auch mit ihr beschäftigen mag. Ich nenne sie die mystische, weil sie die Augen verschließt, selbst wenn es hell ist, nur um im Dunkeln zu gehen. Denn nicht darum sind dem Mystiker die Geheimnisse des Kosmos von Werth, weil in ihm wie in dem Empiriker Brewster die Ueberzeugung lebt, „daß wir bei jedem Räthsel am Vorabend einer Entdeckung stehen", nicht im Gefühl der Freude über die neue Wahrheit, die zu erforschen ist, sondern weil ihm Geheimnisse als solche von Bedeutung sind.

Der Mystiker klopft nicht an die Pforte der Natur mit seinen Sinnen und seinem Schlußvermögen, sondern mit dem, was wir das Gemüth nennen, und bekanntlich hat das Geheimnißvolle für gar viele Menschen einen eigenthümlichen Reiz.

Wo das verschleierte Bild zu Sais nur irgend der Enthüllung widersteht, „da ist ein Wunder gleich bereit." Nicht um die erkennbare Welt ist es dem Mystiker zu thun, sondern gerade um das Unbegreifliche in derselben. Daß damit die Naturbetrachtung um nichts gefördert wird, versteht sich von selbst, denn wer jede Erscheinung als Resultat eines Wunders anzusehen bereit ist, hat von Anfang an darauf verzichtet, sie zu begreifen. Es ist ein Irrthum, zu glauben, daß die Welt dadurch großartiger und ehrwürdiger werde, und doch ist diese Vorstellung vielleicht nicht ohne Einfluß auf fromme Gemüther geblieben, hat nicht Wenige abgehalten, sich näher mit der Erkenntniß der Natur zu beschäftigen. Auch der Kosmos zeigt, wie auf Jeden der gestirnte Himmel einen unendlich erhabenen Eindruck macht, der mit seinem Wesen vertrauter ist, und dem bei seinem Anblick alle die Gesetze gegenwärtig, nach welchen sich jene zahllosen Welten bewegen.

Schon Herbart bemerkte hierüber, wie mir scheint vortrefflich: „Können wir, ohne Besorgniß ein ungerechtes Urtheil zu fällen, die Himmelskunde, die sich nun einmal nicht widerlegen läßt, als ein Werk herzloser Menschen verdammen? Wo-

von ist denn eigentlich die Rede? Etwa von einer Schaubühne, deren Darstellung man nur aus der Ferne betrachten darf, weil man sonst seine Absicht, sich einer ergötzlichen Täuschung für ein paar Stunden hinzugeben, selbst zerstören würde? Freilich, ein Theatermeister sucht die Stricke, an welchen seine Geister durch die Luft gezogen werden, die Walzen, mittelst deren er die Todten aus der Unterwelt herauf winden läßt, die Lampen, welche Sonne und Mond vorstellen sollen, sammt allem Geräthe zum Donnern und Blitzen, zum Regnen und Hageln, sorgfältig zu verbergen, und kein verständiger Zuschauer verlangt in dergleichen Geheimnisse einzudringen. Aber das Schauspiel, was jede heitere Mitternacht uns zeigt, ist von anderer Art. Es macht durch sich selbst keinen großen Eindruck; Tausende von Unwissenden betrachten es mit offenen Augen, ohne im mindesten sich darüber zu verwundern. Erst die Wissenschaft, weit entfernt, das Große zu erniedrigen, hat uns so weit erhöht, daß wir nur vom Dasein desselben eine Ahnung besitzen. Durch sie erst müssen wir lernen, welche Massen, welche Entfernungen, welche Kräfte wir zu den leuchtenden Punkten und Scheiben dort oben hinzuzudenken haben. Durch sie erst erfahren wir, wie ungeheuer weit sich das Gebiet — nicht etwa unserer Kenntniß, sondern unserer Unkunde erstreckt."

Je mehr wir die Welt erkennen, desto großartiger, desto unendlicher erscheint sie uns, und erst dadurch, daß wir Alles übersehen, was wir bis jetzt von der Natur wissen, können wir die Größe dessen überschauen, was uns noch übrig bleibt. Es versteht sich von selbst, daß der Anfang aller Dinge uns ewig unerklärlich bleibt, weil er gerade für die Endlichkeit unserer Organisation unerfaßbar ist. Während der Empiriker aber sich durch das Erkannte immer zu neuen weiteren Forschungen angeregt fühlt, sucht der Mystiker fast überall Unbegreifliches selbst da zu finden, wo das innere Gesetz bereits erforscht ist. Es herrscht bei demselben jene Geistesrichtung vor, welche man nicht unpassend Wundersinn genannt hat.

Nur wer die Welt erkannt, kann sie verehren, und nie gab es eine beschränktere Ansicht, als die, daß es ein Vergehen gegen die Göttlichkeit der Schöpfung sei, ihren Gesetzen und Verhältnissen mit den Mitteln der Beobachtung nachzuspüren.

Glauben Sie nicht, daß Secirmesser und Sonde des Arztes, die Gläser unserer Mikroskope und Fernröhre, neue Welten im eigenen Ich wie in dem umgebenden All', im Größten und Kleinsten uns eröffnet haben? und daß die Wundertiefe der Schöpfung erst der erkennt, der sie zu ermessen versucht? Diejenigen, welche glauben, nur aus der Bibel, nicht aus der Natur, soll erkannt werden, vergessen, daß beide wenigstens gleich lesenswerth sind. Aber die Sprache, in welcher das Buch der Natur geschrieben, ist nicht die mystische, nur wer sie dafür hält, dem wird sie ewig unverständlich bleiben.

Wohl wissen wir, daß die Naturforschung nachgewiesen hat, wie die Bibel in Bezug auf manche Naturwahrheiten irrig berichtet, aber man sollte sich auf dieses Buch billigerweise nur dann berufen, wenn es sich um Moralprincipien handelt. Setzt man die Bibel nicht herab, wenn man gleichsam zugesteht, daß sie wissenschaftliche Kritik nicht vertrage, daß man ohne Beweis ihr Alles glauben müsse, weil sie nicht im Stande ist, diesen zu liefern? In der Natur des menschlichen Geistes liegt die Verehrung vor dem unermeßlichen All' begründet, und wohl kaum ein Anderer empfindet sie tiefer, als der Forscher, denn gerade ihre Verherrlichung, sie zu verkünden, ist ein Zweck seines Lebens.

Er ist es, von dem Thieme singt:

„Und der Mensch, der Priester im grauen Haare
Still betend vor seinem Erdaltare
Allein des Wandels Wort versteht.
Das Leben bleibt — die Schale vergeht."

Unsere Verehrung beruht mit auf der Kenntniß der Resultate, welche das Schlußvermögen gefunden hat, und es erscheint zugleich als eine heilige Pflicht, die Gesetze zu erforschen, unter deren Botmäßigkeit wir leben, welche über unser Dasein, unser Wirken entscheiden. Wir können ihrem Wirken nicht entgehen und müssen unter den Folgen leiden, warum wollen wir nicht diesen Strafen uns möglichst entziehen, da sowohl unsere körperliche wie geistige Entwickelung nur dadurch gewinnen kann, denn sie wird durch jene Gesetze geregelt.

Ist denn die Organisation unseres Geistes nicht auch ein Theil unserer Natur, und wie kann also die Thätigkeit dessel-

ben in Widerspruch mit der Ehrfurcht vor der Gottheit sein, wenn wir jene als ein Geschenk derselben betrachten? Ward dem Menschen der göttliche Funke, so soll er ihn auch nutzen, das ist nicht minder seine Pflicht, als der Gebrauch aller anderen Fähigkeiten, die er besitzt. Wer athmet und lebt, der soll sonach auch denken und alle geistigen Fähigkeiten gebrauchen — forschen.

Die Naturerkenntniß ist aber nichts, als ein Begreifen des Zusammenhanges zwischen Ursache und Wirkung, diesen Zusammenhang zu ergründen, ist nun Sache unseres Verstandes, unseres Schlußvermögens. Deshalb verwirft der Forscher jedes Wunder, denn er wird streng logisch die Ursache nie in einer anderen Welt suchen, als wo er die Wirkung fand. Die Grenze unseres Wissens ist leider bei der Endlichkeit unserer Natur bald genug gezogen, aber sie sich selbst stecken, heißt auf jede Forschung verzichten. Der Forscher kennt nur Unbegriffenes, Unbegreifliches sieht er nirgends; deshalb, weil er in keiner Richtung bis jetzt auf Probleme gestoßen ist, die anders als temporär unlösbar erschienen wären. Unbegreiflich heißt in der Sprache der Empirie nur „nach dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft, unserer Fähigkeiten und Erfahrungen noch unerklärbar."

Die Grenzen des Wissens von der Natur treten fortwährend zurück, was heute noch hätte als ein Wunder erscheinen können, ist es morgen nicht mehr, und weil in unendlichen Fällen, d. h. bei jeder Entdeckung, diese Erfahrung gemacht worden ist, darum darf der Naturforscher Wunder niemals voraussetzen.

Nur eine kindliche Auffassungsweise kann den Vorwurf begründet finden, welche die Mystik der empirischen Naturforschung macht, eine unlösliche Aufgabe sich gestellt zu haben; in Selbstüberschätzung der menschlichen Fähigkeiten zu vergessen, daß wir nur unvollkommene Geschöpfe sind, und daß die volle Wahrheit uns nie beschieden ist. Darnach zu streben, ist uns doch jedenfalls erlaubt, ja es ist sogar unsere Pflicht, und wenn auch nur tropfenweise die Masse des Erkannten vermehrt wird, so ist es doch kein Faß der Danaiden, in welches diese Tropfen fallen. Unermeßlich und unerschöpflich ist allerdings die Auf-

gabe, an deren Lösung wir arbeiten, aber nicht weil der Boden des Fasses durchlöchert ist, sondern weil sein Rand immer höher wächst. Der Arzt vermag die Sterblichkeit der menschlichen Hülle nicht aufzuheben, aber wohl das Leben zu verlängern; sollte er deshalb von dem Versuche abstehen, weil doch endlich der Tod eintritt? Unsere Instrumente sind nicht fehlerfrei, unsere Sinne beschränkt und unsicher, aber die Empirie fand gleichwohl damit Resultate, welche genügen, um den Seemann durch Sturm und Wellen, über die Tiefen des Weltmeers; den Bergmann in die Teufen der Erde ziemlich sicher zu führen. Wenn auch bei allen menschlichen Beobachtungen Fehler unvermeidlich sind, so kennt man doch für jede Methode ihre möglichen Grenzen, kann sie berücksichtigen, aufheben und beinah berechnen. Es stören diese kleinen Fehler darum die Richtigkeit des Resultates der Beobachtung nicht. Die Resultate sind absolut genau „innerhalb gewisser Grenzen". Der Forscher hat insofern die Endlichkeit unserer Natur überwunden; denn in diesem Sinne ist ein Fehler, den man kennt, keiner mehr.

Dieser Vorwurf ist aber dem Mystiker auch wohl nie recht Ernst gewesen, sonst würde er nicht stündlich gegen die eigene Ansicht sündigen, indem er zum Nutzen und Frommen seines Ich's von den Erfahrungen des Empirikers Gebrauch macht. Ist es ihm vielleicht mehr darum zu thun, Geistesschätze, die er selbst nicht besitzt, im Werthe herabzusetzen? — Es ist sicher kein Segen für die Welt, wenn das gelingt, denn das persönliche Wohl hängt von der Kenntniß der Natur, der eigenen wie der allgemeinen, ab. Unser Glück ist an die Befriedigung unserer Bedürfnisse gebunden, und überall, wo wir uns selbst zu helfen im Stande sind, laden wir freiwillig Elend auf uns, wenn wir nur Hülfe und Schutz von Außen oder Oben erwarten. Jedes Verkennen eines Naturgesetzes zieht eine Strafe nach sich, die um so schwerer trifft, je größer der Irrthum war. Irren werden wir immer, aber seltener und geringer, wenn wir an der Erkenntniß der Wahrheiten der Natur arbeiten; diese Arbeit ist aber unmöglich für den, der den gesetzmäßigen nothwendigen Gang der Dinge leugnet. Die empirische Naturforschung setzt einen solchen überall voraus, selbst da, wo sie ihn noch nicht kennt, während die mystische die Beschränktheit des menschlichen

Erkenntnißvermögens mißbraucht; gerade als ob es gleichgültig wäre, ob Thorheit oder Vorsicht uns leitet.

Der empirische Naturforscher sieht nirgends eine willkürliche Schickung, sondern nur einen gesetzmäßigen Verlauf, durch den die Welt im Größten und Kleinsten sich selbst erhält, ihr Bestehen ist durch das bloße Schaffen nicht bedingt. Der Grundirrthum des mystischen Naturbetrachters ähnelt dem des dialektischen, er irrt sich in der Natur des menschlichen Geistes, er hält den Menschen für den Zweck der Welt, weil er die letzte und darum höchste Entwickelungsstufe der Organismen der Erde repräsentirt, und auf derselben allein im Stande ist, sie zu begreifen.

Der empirische Naturforscher erkennt das Letztere vollkommen an, aber er kann nicht vergessen, daß auch der vollendetste Organismus nur immer ein verschwindend kleiner Theil, ein Atom des unermeßlichen All's ist. Der Geognost und Geolog, welcher in den Petrefacten aller Perioden der Geschichte unseres Erdballs nicht blos die Endlichkeit des Individuums, sondern auch die der Art bewiesen findet, kann nach der Analogie keinen Augenblick darüber in Zweifel sein, daß einst sich auch das ganze Menschengeschlecht, wie jedes Einzelwesen, ausgelebt haben wird. Betrüge seine Dauer auch Milliarden von Jahren, es ist doch nur ein Moment in der Ewigkeit des Bestehens der Welt.

Wer den Menschen als Zweck der Schöpfung ansieht, der mag auch der Ueberzeugung sein, daß die übrige Welt sich ihm unterordne, daß die Gesetze der Natur nicht ewig und unabänderlich sind, sondern zu seinem Frommen Aenderungen erlauben. Wer das glaubt, der kann auch darauf hoffen. Dieser Gedanke mag Manche trösten, aber fördern wird er das Wohl der Menschheit gewiß nicht.

Dem empirischen Naturforscher würde aber jedes Wunder nur ein Beweis der Unvollkommenheit der Weltordnung sein, welche nicht hinreichte, um das All im Größten und Kleinsten in alle Ewigkeit zu erhalten. Der wahre Forscher hat aber diese Weltordnung bis jetzt überall als so groß, als so vollkommen erkannt, daß er eine solche kindliche Meinung von derselben zurückweisen muß, als aus ihrer Unkenntniß hervorgehend. — Jedes

Wunder, wenn es existirte, würde ihn nur zu der Ueberzeugung führen, daß die Schöpfung nicht die Verehrung verdiente, welche wir Alle ihr zollen, und der Mystiker müßte nothgedrungen aus der Unvollkommenheit des Geschaffenen auf die Unvollkommenheit des Schöpfers schließen. Das ist der Ausgang einer Auffassungsweise, die ursprünglich denselben verherrlichen sollte.

Aber folgen Sie mir von dem dunkeln der mystischen, zu dem farbenreichen Standpunkte der ästhetischen Naturbetrachtung. Sie will ein bestimmtes Bedürfniß, das der Aesthetik, befriedigen, und da das Schöne fast allgemein für die Verbindung des Angenehmen mit dem Vernünftigen und sonach für das Vollendete gehalten wird, so hat es etwas Ansprechendes, in dem Weltall das Schöne aufzusuchen; der Irrthum besteht nur darin, daß man es als die Grundidee der Schöpfung auffaßt. Ich muß darauf zurückkommen, daß die Natur sich selbst zum Zweck hat und daß ihre Organisation durch die Nothwendigkeit ihrer Entwickelung und Erhaltung bedingt ist. Schönheit ist überall etwas Relatives, ein einseitiger Begriff, nichts Absolutes, begründet in der Natur des Individuums und der Menschheit, wechselnd mit der Organisation.

Die Empiriker sind darum nicht todt gegen das Schöne, weil sie die Erscheinungen und Processe der Natur nicht vom Standpunkte der Aesthetik betrachten, aber es ist ihnen nicht darum zu thun, sich persönlich zu ergötzen, sondern die Wahrheit der Dinge zu ergründen.

Was nach der momentanen Anschauung, die, sofern das Wesen des Menschen nur zwischen gewissen Grenzen schwankend gedacht werden kann, und dann allerdings als beständig erscheint, schön und poetisch in der Natur ist, hat z. B. Vischer in sehr ansprechender Weise entwickelt, aber man darf nicht verkennen, daß dieses meist nur dadurch ermöglicht wird, daß man Verbindungen zieht, Vergleiche bildet, die theilweise nur in unserer Phantasie existiren oder nur bis zu einer baldigen Grenze eine gewisse Natürlichkeit haben, die gewöhnlich bei genauerer Untersuchung verschwindet.

So lange man das Schließen der Lotosblumenkelche am Tage als eine Folge des Willens betrachtet, kann darin viel Poetisches gefunden werden, sobald dasselbe aber durch die Wir-

kung der Endosmose und Exosmose auf einen mechanischen Proceß zurückgeführt wird, hört die Poesie auf. Ignorirt man diese ursachlichen Verhältnisse, so bleibt das Bild noch immer geistreich, aber für wahr darf es nicht ausgegeben werden. Solches wird fast immer die Folge der ästhetischen Naturbetrachtung sein, weil man mit vorbedachter Absicht an die Betrachtung der Dinge gegangen ist. Für eine Erkenntniß der Natur kann man diese nie halten, da sie derselben fast fortwährend Gewalt anthut, Alles in das Prokrustes-Bett des Schönen einzwängt. Gleichwohl haben die auf rein ästhetischen Principien ruhenden Naturbeschreibungen etwas sehr Anziehendes, da sie vorzugsweise unsere Idealität befriedigen. Sie genügen dem oberflächlichen Bedürfniß auf eine leichte Weise, denn fast immer wird das Bild zur Erklärung der Erscheinungen benutzt, und je unerwarteter die neuen Beziehungen sind, wodurch eine aus der anderen erläutert wird, desto mehr blenden sie, wie denn die Gedankenüberraschung, der Witz, etwas ungemein Bestechendes hat. Auch dem Empiriker bleibt nichts übrig, als die Thatsachen gegenseitig durch einander zu entwickeln, denn „reine absolute Gedanken und Begriffe", die als Theile eines immateriellen Reiches, unabhängig von Zeit, Raum und Materie, eine Welt für sich bilden, kennt er nicht. Seine Vergleiche, seine Verbindungen beschränken sich auf das streng Nothwendige, auf das Thatsächliche.

Für einen gesunden Verstand und einen natürlichen Geschmack macht Alles, was eine Täuschung beabsichtigt, einen widrigen Eindruck, und in dieser Beziehung trägt die ästhetische Malerei viel von der Verschönerung einer Landschaft an sich, welche man durch bunte Gläser betrachtet.

Es ist aber auch den Anhängern der ästhetischen Naturbetrachtung nicht um Wahrheit und Anregung, sondern um Genuß und Befriedigung, nicht ihres Schlußvermögens, sondern ihrer Idealität zu thun; vielleicht würde selbst dieser Zweck in dieser Weise unerreicht bleiben, wenn nicht gerade bei dafür besonders empfänglichen Gemüthern häufig eine nur oberflächliche Kenntniß der Natur sich voraussetzen ließe, welche die Täuschung nicht bemerkt, in der sie sich gefallen.

Auch die Empiriker täuschen sich, aber sie thun es nicht absichtlich, sie geben nicht die Coulisse für Wirklichkeit, die

Schminke für eigenes Colorit, die Schale für den Kern aus. Gar manche Beziehungen sind in der Natur begründet, und wo Befriedigung Zweck der Belehrung ist, da wollen wir sogar im Allgemeinen diese ästhetische Form der Anschauung nicht verdammen. Selbst der empirische Naturforscher findet daran Gefallen; denn warum sollten wir uns nicht an der Form ergötzen, wenn wir auch wissen, daß es das Wesen nicht ist? Auch das Traumleben hat einen Reiz, obgleich es nicht wirklich ist, nur wenn es von der Verfolgung ernsteren Strebens abhält, wird es schädlich. Die ästhetische Naturbetrachtung thut dies durch die Art, wie sie beschreibt. Immer in der realen Welt sich bewegend, so recht zu den Sinnen sprechend, scheint eine Untersuchung gründlich zu sein, die nur auf der Oberfläche schwimmt, nie dieselbe durchdringt. Da werden dann minutiöse unbedeutende Eigenschaften im glänzenden Lichte gezeigt, weil sie gerade dem vorliegenden Zwecke entsprechen, andere, in denen die eigentliche Bedeutung liegt, absichtlich dunkel gehalten, damit sie zurücktreten. Der Gegenstand wird nicht allseitig und bei jeder Beleuchtung betrachtet, sondern wie eine zweifelhafte Schönheit in der vortheilhaftesten Position und dem passendsten Lichte. Aber die Form blendet, weil sie in die Sinne fällt, und da die sinnliche Wahrnehmung ja zunächst uns als das einzig Unzweifelhafte erscheint, so wird die Täuschung leicht für eine Wahrheit genommen. Eins theilt aber der Aesthetiker mit dem Dialektiker, er hat einen Abscheu vor dem Experiment, denn da dieses sich bemüht, das Zufällige von dem Nothwendigen zu sondern, das Habituelle von dem Charakteristischen, so entkleidet es auch die Naturerscheinungen fast immer des bunten Flitter- und Blumenschmuckes, in dem der Aesthetiker sie geschaut und gezeigt hat. Diese äußere Ausstattung ist dem Empiriker unwesentlich, jenem aber bedeutungsvoll und hat außerdem den Vortheil, daß man bei geschickter Manipulation sie nach dem Bedürfnisse des Modebegriffs über das, was schön ist, einrichten kann.

Anscheinend ganz das Gegentheil dieser Auffassung bildet diejenige, welche man die spirituelle der Natur nennen könnte. Ihr folgen solche Denker, die sich bestreben, den Geist, die Vernunft in der Natur aufzufinden. Ein hoch geachteter, ächt em-

pirischer Naturforscher adoptirte diese Betrachtungsweise am Abende seines Lebens, und sein „Geist in der Natur" hat nicht geringes Aufsehen gemacht; dieser Umstand vermag aber nicht, sie als letztes Resultat empirischer Forschung zu bezeichnen.

Die Vernunft in der Welt, in der Schöpfung suchen, bleibt ein verfehltes Unternehmen, da das, was wir so nennen, ja nur die Anschauung ist, welche die Natur in unserem Begriffsvermögen selbst hervorgebracht hat. Es ist ein Spiegelbild derselben, nur so weit genau, als die Fläche, auf welcher es reflectirt, nicht eine so unvollkommene, daß sie blos ein verzerrtes Bild zurückstrahlt. Was wir Vernunft, in diesem Sinne Geist nennen, ist nur der Natur entnommen, es bestand nicht unabhängig von ihr und es kann nie ein Maß für sie sein, sondern nur ein Maß für unsere eigene Vernunft. In der Natur ist Alles vernünftig, absolut vernünftig; wenn wir es anders finden, so ist das nur Mangel unseres eigenen Auffassungsvermögens, unserer eigenen fehlerhaften Betrachtung.

Einen Widerspruch giebt es in der Natur nie, weil sie mit ihm nicht bestehen könnte. Der Geist in der Natur ist nur der Menschengeist, oder richtiger umgekehrt, und ihn darin finden wollen, hat nur dann Sinn, wenn man darunter das Zurückführen all unseres Denkens und Wissens auf die ursprüngliche und einzige Quelle der Erkenntniß versteht. Es ist ein seltsamer Versuch, nachdem wir die Harmonie, die Gesetzmäßigkeit, das Nothwendige, das Logische oder wie man sonst das Wissen, den Geist, bezeichnen will, aus der Natur heraus gefunden, auf sie basirt und an sie angelehnt haben, nun dieses Product wieder als etwas für sich Bestehendes und Nichtgefundenes zu betrachten, und zu versuchen, ob die Erfahrung mit dem Wissen übereinstimmt. Das Wissen ist ja Nichts, gar Nichts als das Denken und Folgern dessen, was wir und alle Menschengeschlechter vor uns erfahren haben. Es ist ein reiner Cirkelschluß, wenn wir das Abgeleitete zum Ursprünglichen machen wollen. Der Versuch wird stimmen, wenn die Ableitung eine richtige war. Eine geistige Welt als für sich bestehend anzunehmen, steht Jedem frei, sobald er nicht vergißt, daß es eine Annahme ist, und daß alle daraus gezogenen Folgerungen nur dann Werth und Geltung haben, wenn die Voraussetzung eine richtige war.

Es sind und bleiben, so lange dieses nicht dargethan, reine Speculationen, deren Entwickelungsweg logisch und richtig sein kann, die es aber selbst nicht sind.

Diese Anschauung kann nur darauf beruhen, daß man die Abstammung des Geistes vergißt, oder sie nicht kennt. Das Kind verleugnet seine Mutter, wundert sich aber über seine Aehnlichkeit mit derselben. Die empirische Naturforschung hat auch die Thorheiten der Menschen zum Gegenstande ihrer Betrachtung gemacht, und wie sie in der realen Welt fast überall nachweisen kann, daß alle schmerzhaften Folgen einer unüberlegten Handlungsweise nur durch die Nichtbefolgung der unserer Natur zu Grunde liegenden Gesetze hervorgebracht werden, so zeigt sie auch hier, wie jene falsche Speculation aus einer Unkenntniß der Natur des Geistes und aus irrigen Annahmen entspringt. Die spirituelle Betrachtung der Natur theilt mit der Dialektik die Methode, stets alle Resultate von der Empirie zu borgen, und dann sich zu freuen, wenn die Schablone zu dem Original paßt, von dem sie genommen ist. Geist und Natur sind identisch, es ist der erstere nichts als eine Abstraction der letztern, die Trennung ist eine rein künstliche, eine gedachte, aber nicht vorhandene. Die spirituelle Naturbetrachtung schadet in sofern nichts, weil sie nur von empirisch gefundenen Gesetzen Gebrauch macht und der ganze Irrthum darin besteht, sich eine Selbsttäuschung über die Fundorte zu bereiten. Sie hat nur den einen Nachtheil, daß auch sie glaubt, absolute Wahrheiten zu finden, weil sie den Geist für etwas Absolutes hält. Es ist aber die erste Grundbedingung jeder gesunden Naturbetrachtung, daß man Alles nur als absolut wahr zwischen bestimmten Grenzen erkennt, und einsieht, daß es unsere Aufgabe ist, dieselben nicht blos fortwährend zu erweitern, sondern auch genau zu bestimmen; das Letztere aber ist nur möglich, wenn wir uns über das Wesen, also auch über die Mängel unserer geistigen Natur vollständig in's Klare zu setzen suchen. Der Spiritualist sündigt gegen dieses Gesetz, er ist sich seiner Subjectivität nicht bewußt, während es doch eben so nothwendig ist, das Wesen des Betrachters zu erforschen, als das des Betrachteten, das Subjective wie das Objective. Nur durch die Vereinigung beider Beobachtungen wird man sich gegen den Grundfehler schützen, der den

Dialektiker, den Mystiker, den Aesthetiker und den Spiritualisten bei seinen Betrachtungen begleitet:

„das für Wahrheit zu halten, was nichts als eine individuelle Anschauung ist."

Das Wesen muß man immer aus den Dingen heraussuchen, aber nehmen, wie man es findet; denn es ist die einzige wahre und höchste Befriedigung, die dem Menschen werden kann, daß er zu der Ueberzeugung gelangt: — die Welt regiert sich selbst nach ewigen Gesetzen.

Es ist wohl nothwendig, daß ich nun auch noch einmal kurz derjenigen Naturforschung gedenke, welche der Kosmos für die seine und für die einzig richtige erklärt, deren Zweck es ist, aus dem Besonderen das Allgemeine zu folgern und das empirisch Gefundene einer denkenden Betrachtung zu unterwerfen. Die empirische Naturphilosophie im Gegensatz zu allen anderen basirt ihre Kenntniß auf die Erfahrung, selbst die Gesetze des Denkens erkennt sie nur an, weil sie durch die Erfahrung gewonnen sind. Bei allen ihren auf Thatsachen sich stützenden Behauptungen vergißt sie nie, daß auch diese Stütze ihr nur das Recht giebt, bis zu einer gewissen Grenze absolute Genauigkeit in Anspruch zu nehmen. Wenn wir in der Astronomie das Keplersche Gesetz citiren: „alle Planeten bewegen sich in Ellipsen", so gilt das nur im relativen Sinne, diese und jene, für unseren Standpunkt verschwindend kleinen Abweichungen als nicht gedacht, die Fortbewegung der Sonne unberücksichtigt u. s. w., gerade wie man sich bewußt ist, daß auch die Erde dem herabfallenden Steine entgegenfällt, und es nur deshalb ignorirt, weil diese Bewegung verschwindend klein ist. Man könnte aus solchen Gründen, wenn man sich in dialektischer Spitzfindigkeit gefällt, alle Resultate der Erfahrung nur als Behauptungen von großer Wahrscheinlichkeit bezeichnen, aber die Wahrscheinlichkeit ist bei manchen Behauptungen so unendlich groß, die Empirie weiß durch geschickte Manipulation so alle Erfahrungen in Beziehung zu einander zu setzen, daß einzelne der Schlüsse als absolut genau erscheinen, weil die Zahl der Erfahrungen so unermeßlich ist.

Eine solche Behauptung ist z. B. die Sterblichkeit des Menschen, welche wir nicht blos direct bestätigt sehen, sondern

die wir in jedem einzelnen Gesetz aller organischen Wesen als Grundbedingung wiederfinden; denn nicht blos die einzelnen Erfahrungen und die daraus gezogenen allgemeinen Folgerungen vergleicht der Empiriker bei jedem einzelnen Falle, sondern er verbindet sie fortwährend unter einander, und nur, wenn sich nirgends ein Widerspruch findet, wenn nirgends ein Grund vorhanden, nach Gründen zu suchen, aus denen ein Widerspruch sich folgern ließe, dann betrachtet er das Gesetz als ein wegen seiner unendlichen Wahrscheinlichkeit absolut wahres. „Wir sind aber," sagt Humboldt, „noch weit von dem Zeitpunkte entfernt, wo man es für möglich halten könnte, alle unsere sinnlichen Anschauungen zur Einheit des Naturbegriffs zu concentriren," und weil sich die empirische Naturforschung dessen bewußt ist, darum erkennt sie in Allem, was blos einseitig begründet worden, stets nur eine relative Wahrheit, die in abnehmender Wahrscheinlichkeit bis zur Hypothese geht, zur Hypothese, welche zuletzt gerade keinen anderen Werth hat, als daß sie eine rein provisorische Vermittelung zwischen einzeln stehenden Thatsachen bildet. Besonders mache ich Sie darauf aufmerksam, daß die empirische Naturbetrachtung, im Gegensatz zur mystischen, überhaupt keine Grundursache sucht, weil sie einsieht, daß es unmöglich ist, sie reell zu finden. Nur die Verbindungen und zwar die einfachsten und directesten nachzuweisen ist ihr Ziel, diese allein können dem Menschen gegenständlich werden. Wenn ich also sage, der Empiriker erklärt die Natur durch sich selbst, so erkenne ich an, daß ich mich nur in ihr zurecht finden kann, daß ich nicht außer ihr stehe. Nur das Innere derselben ist mir zur Anschauung gekommen. Wir messen gleichsam das Ganze mit einem Theile desselben, wir erklären Eines nur durch das Andere. Das Resultat empirischer Forschungen ist nun freilich darum ein etwas anderes, man kann in diesem Sinne nicht einseitig mit dem Aesthetiker oder Spiritualisten sagen: Alles, was ist, ist schön oder vernünftig, sondern nur: es ist natürlich.

Die empirische Naturforschung setzt nirgends in der Welt andere Kräfte voraus, als die, welche sie findet, erwartet aber überall die Wirkungen in ganz bestimmten, gesetzmäßigen Ursachen begründet zu sehen, aus welchen jene eben so abso-

lut und nothwendig hervorgehen, als diese Ursachen denselben vorausgegangen sein mußten. Die empirische Naturforschung hat keinen anderen Zweck, als die Wahrheit zu finden, ob dieselbe nach menschlichen Begriffen beruhigend oder trostlos, schön oder unästhetisch, logisch oder inconsequent, vernünftig oder albern, nothwendig oder wunderbar ist (wenn das denkbar wäre), das gilt der Forschung gleich. Sie folgert darum das Allgemeine aus dem Besonderen, weil das letztere allein ihren Sinnen zugänglich und darum absolut gewiß ist. Sie ist daher erst im Stande nach langjährigen Beobachtungen und tausendfachen Erfahrungen ein Gesetz aufzustellen, und wenig ahnt man, daß, um ein oft so einfach erscheinendes Gebäude, eine in so wenig Worte gedrängte Wahrheit aufzuführen, es meist eines staunenswerthen Gerüstes bedurft hat, welches aber abgebrochen wurde, nachdem sein Zweck erreicht, der Bau beendet war. Wie die Forschung bei ihren Beobachtungen sich selbst von der Endlichkeit ihrer Mittel frei zu machen strebt, habe ich ihnen oben schon angedeutet. Es ist einer der schönsten Beweise für die Größe des menschlichen Geistes, daß er so seine eigenen Unvollkommenheiten, wenigstens bis zu einer gewissen Grenze, besiegt hat. Der Mehrzahl der Forscher ist es meist nur vergönnt, die einzelnen Steine für den künftigen Bau einer allgemeinen einigen Weltanschauung zu sammeln; nur große gigantische Geister, von ungewöhnlichem Wuchs, sind berufen, an den Bau selbst Hand anzulegen. Eine wahre Titanenkraft ist nothwendig, um gleich bekannt mit den geringsten Detailverhältnissen aller Wissenschaften, wie mit den großen allgemeinen Grundwahrheiten derselben zu sein. Das ist eben das große Verdienst des Kosmos, daß er zuerst auf empirischem Boden die Welt als ein Ganzes darzustellen versuchte. Sehr wohl ist es möglich, daß die künftigen Zeiten Vieles als irrig erkennen, was wir heute für wahr halten, aber der Grund, auf dem das Gebäude steht, wird unerschütterlich bleiben, weil er unabhängig ist von Zeit und Ort, weil er nichts ist, als die Natur selbst.

Für den Empiriker giebt es nur ein Wunder, ein Unbegreifbares, die Schöpfung; für alles Einzelne in ihr wiederhole ich mit jenem großen französischen Naturforscher: „man muß erst jede andere Erklärung versuchen, ehe man zum Wun-

der seine Zuflucht nimmt, denn damit hört jede Naturwissenschaft auf."

Vierter Brief.

Die vier Elemente.

„Der Urgrund des Entstehens der Dinge, der Urgrund aller Erscheinungen ward, nach zwei Richtungen, aus der Annahme concreter, stoffartiger Principien, sogenannter Naturelemente oder aus Processen der Verdünnung und Verdichtung, bald nach mechanischen, bald nach dynamischen Ansichten abgeleitet. Die vielleicht ursprünglich indische Hypothese von vier oder fünf stoffartig verschiedenen Elementen ist von dem Lehrgedichte des Empedokles an bis in die spätesten Zeiten allen Naturphilosophemen beigemengt geblieben: ein uraltes Zeugniß und Denkmal für das Bedürfniß des Menschen, nicht blos in den Kräften, sondern auch in qualitativer Wesenheit der Stoffe nach einer Verallgemeinerung und Vereinfachung der Begriffe zu streben."

Kosmos S. 11. (Vergl. auch S. 42 u. 43.)

Die vier Elemente der Alten, zu denen die indische Naturphilosophie als fünftes noch den Weltäther rechnete, wurden zu ihrer Zeit für die Grundbestandtheile aller Körper gehalten. Man glaubte, alle Stoffe seien aus ungleichen Theilen von Erde, Wasser, Luft und Feuer zusammengesetzt, und eben dadurch sei die specifische Stoffverschiedenheit der Körper bedingt. Diese Bedeutung ist den 4 Elementen des Empedokles durch die Fortschritte der Chemie längst entzogen worden, an ihre Stelle sind, wie wir gesehen haben, 63 andere bis jetzt für einfach gehaltene Grundstoffe getreten. Immerhin bleiben aber jene vier Dinge sehr wichtige Repräsentanten der ungleichen Zustände aller Körper. Die drei ersten derselben vertreten gleichsam die drei verschiedenen Aggregatzustände der Körperwelt: fest, flüssig und luftförmig, während das Feuer (der Verbrennungsproceß) als Repräsentant der Imponderabilien oder gleichsam als ein vierter Zustand betrachtet werden kann, oder als ein Vorgang, der oft den Uebergang jener in einander vermittelt.

Unter Erde versteht man in einem sehr allgemeinen, wenn

auch nicht im allgemeinsten Sinne, den starren festen Theil unseres Planeten mit Ausschluß der Wasser- und Lufthülle. Erde, Erdboden, repräsentirt in diesem Sinne alles Starre, möge dieses nun bestehen woraus es will, auch das Wasser als Eis gehört mit dazu. Die bei den uns umgebenden Temperaturverhältnissen stets starren Körper sind durchschnittlich die schwereren, sie bilden darum, so weit unsere directe Beobachtung reicht, den festen Kern des Planeten. Wasser ist unter allen bei gewöhnlicher Temperatur flüssigen Körpern der verbreitetste, und in sofern der Hauptrepräsentant des flüssigen Zustandes. Sein im Verhältniß zu den anderen Erdbestandtheilen mittleres specifisches Gewicht weist ihm seinen Aufenthalt in den Vertiefungen der festen Erdoberfläche an.

Wäre es leichter als Luft, so würde es eine äußerste Hülle über der Atmosphäre bilden; wäre es schwerer als Quecksilber, so würde es sich weit mehr in das Innere der festen Erde zurückziehen.

Die atmosphärische Luft endlich, vorherrschend aus Stickstoff und Sauerstoff bestehend, ist unter allen Gasarten die verbreitetste und ihr geringes specifisches Gewicht ist Ursache, daß die Luft eine äußere Hülle des festen und flüssigen Erdkörpers bildet.

Es sind diese drei Zustände und die Stoffe, durch welche sie so vorherrschend repräsentirt werden, die wichtigsten Lebensbedingungen für alles Organische auf der Erde. Wo ihre Grenzen sich am meisten durchdringen, da ist deshalb unter übrigens gleichen Umständen das reichste organische Leben und in seiner höchsten Entwickelung auf der Erde entfaltet. Aber wir haben kein Recht zu behaupten, ihre Vertheilung und Gruppirung wäre so, wie sie ist, zum Besten des organischen Lebens geschaffen, vielmehr erscheint es weit einleuchtender, daß eben das organische Leben auf der Erde sich so und nicht anders entwickelt hat, wie wir es finden, weil Erde, Wasser und Luft vorhanden und so vertheilt waren, wie sie es sind, denn das organische Leben ist offenbar das Spätere von Beiden.

Ich sagte Ihnen vom Feuer, daß es die sogenannten Imponderabilien repräsentire und zugleich die Uebergänge der einzelnen Aggregatzustände in einander vermittele. Es besteht das, was man gewöhnlich Feuer zu nennen pflegt, aus Licht und

Wärme, oder besser, aus einem Vorgange, einer Erscheinung, die diese beiden Eigenschaften entwickelt, und zwar in nicht genau von einander abhängigem Grade, der Art, daß ein weniger helles Feuer dennoch mehr Wärme entwickeln kann, als ein helleres.

Feuer — die Erscheinung desselben — entsteht in der Regel durch einen Verbrennungsproceß, d. h. durch eine Oxydation, durch eine Verbindung von Sauerstoff mit irgend einem anderen Stoff unter Licht und Wärmeentwickelung. Im gemeinen Leben pflegt man dabei das Verglimmen ohne Flamme, wie beim Zunder, und das Verbrennen mit Flamme zu unterscheiden. Letzteres entsteht dann, wenn die Stoffe vor der Verbrennung durch Wärme gasförmig werden, wodurch die Verbrennung sehr erleichtert wird und an Intensität gewinnt.

Die Wärme also, eine der Eigenschaften des Feuers, ist Hauptursache der ungleichen Aggregatzustände der Körper. Die meisten zeigen uns alle drei Aggregatzustände, je nachdem sie mehr oder weniger erwärmt werden, d. h. aus dem festen Zustande gehen sie bei einer gewissen, für alle verschiedenen Temperatur in den flüssigen über, sie schmelzen, und bei einer noch höheren in den gasförmigen, sie verdampfen; so nicht nur das Wasser, viele Metalle, Wachs, Pech u. s. w., sondern überhaupt die meisten Stoffe. Einige jedoch überspringen dabei den flüssigen Zustand, sie gehen sogleich aus dem festen in den gasförmigen über, einige sogar hat man bis jetzt noch nicht gasförmig, oder nicht fest herstellen können, was möglicher Weise nur an den auf der Erde noch nicht erreichten, diesen Zuständen entsprechenden Temperaturgraden liegt.

Sie sehen aus dem Allen, daß man das Feuer durchaus nicht als einen Stoff oder eine Verbindung von Stoffen ansehen kann, es ist vielmehr nichts als die Erscheinung eines Vorganges, einer bestimmten Art von Veränderung der Körper, und in diesem Sinne eben läßt sich dasselbe mit den durch Erde, Wasser und Luft repräsentirten Aggregatzuständen einigermaßen zusammenstellen. Wir können demnach den vier Elementen der Alten allerdings immer noch eine gewisse Bedeutung einräumen, obwohl sie keineswegs als sogenannte Grundstoffe angesehen werden dürfen.

Fünfter Brief.

Was ist Centrifugalkraft?

„Durch die Annahme eines centrifugalen Umschwunges, dessen Nachlassen, wie wir schon oben erwähnt, den Fall der Meteorsteine bewirkt, erklärt Anaxagoras den scheinbaren (ost-westlichen) himmlischen Kreislauf.“

Kosmos S. 12.

Es giebt noch genug und sogar wissenschaftlich gebildete Männer, welche die Centrifugalkraft für eine besondere, gleichsam der Schwere entgegengesetzte Kraft halten, obwohl das als eine durchaus falsche Auffassung bezeichnet werden muß. Die Physiker tragen aber allerdings einigermaßen selbst die Schuld an diesem sehr verbreiteten Irrthum, theils durch die unpassende Benennung, theils durch zweideutige Schilderung. Die sogenannte Centrifugalkraft ist nichts weniger als eine Fliehkraft oder ein Streben, sich von dem centralen Körper zu entfernen; dieser wirkt dabei gar nicht. Die Bewegung geht nicht ursachlich von ihm aus, sondern stets von einer äußeren Kraft. Ohne äußeren Anstoß würde der Körper nicht umschwingen, und von einer Centrifugalkraft könnte dann gar nicht die Rede sein.

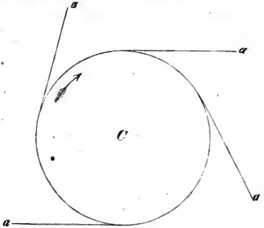
Die Erscheinung, welche man Centrifugalkraft genannt hat, ist vielmehr nichts Anderes, als die Wirkung des Beharrungsvermögens aller bewegten Körper. Ein Körper, der nach irgend einer Richtung hin in Bewegung gesetzt wird, beharrt bekanntlich in dieser Bewegung so lange, bis er durch eine andere Kraft daran verhindert wird, und er folgt der Richtung jener Bewegung, in so weit er nicht durch eine andere bewegende Kraft nach dem Gesetze des Parallelogramms der Kräfte daraus abgelenkt wird. Wenn Sie einen Schlüssel an einen Faden binden und im Kreise schwingen, so können Sie die Erscheinung der sogenannten Centrifugalkraft beobachten; aber der Schlüssel wird keineswegs von Ihrer Hand abgestoßen, sondern, damit er umschwingt, müssen Sie ihn so in Bewegung setzen, als wollten Sie ihn fortschleudern. Wäre der Faden nicht, der ihn zurückhält, so würde er wirklich fortfliegen, der Faden aber ver-

ind ert das und verwandelt die geradlinige Fortbewegung in eine umkreisende.

Aehnlich ist es bei den Himmelskörpern, die einander umkreisen, wie der Mond die Erde. Wir müssen, um ihre Bahnen zu erklären, voraussetzen, daß sie durch irgend eine noch ganz unbekannte Kraft in Bewegung gesetzt worden sind; diese Bewegung würde eine geradlinige sein, wenn sie nicht durch die gegenseitige Attraction in eine umkreisende verwandelt würde.

Die gegenseitige Attraction oder Gravitation wirkt in diesem Falle ganz ähnlich wie in jenem der Faden. Dabei wirkt aber durchaus keine Abstoßung, Fliehkraft, oder wirkliche Centrifugalkraft, sondern man hat nur bei der Zerlegung der Kräfte die ursprünglich geradlinig fortbewegende unpassender Weise Centrifugalkraft genannt.

Wenn eine Scheibe, etwa ein Mühlstein, in schnelle Umdrehung gebracht wird, so erhalten dadurch allerdings alle Theile die nicht in der Axlinie selbst liegen, das Bestreben, sich tangential nach a a fortzubewegen, und durch sehr schnelle Umdrehung



kann dieses Streben stärker werden als der Zusammenhalt der Scheibe (des Mühlsteines), so daß dann die Masse zerspringt, die einzelnen Theile sich losreißen und in den Richtungen a a .. wirklich fortbewegen. Das ist aber wieder durchaus keine

der sogenannten Centripetalkraft (Gravitation) entgegengesetzte Abstoßung, sondern nur eine Folge davon, daß der durch die Umdrehung (durch einen äußeren Antrieb) hervorgebrachte Stoß in der Richtung nach a stärker ist, als der Zusammenhalt des Körpers und die Anziehung seiner Theile gegen den Mittelpunkt c. Betrachtet man daher Centripetalkraft und Centrifugalkraft als sich entgegenstehend, so ist das eine durchaus falsche Anschauungsweise; sie sind beide von einander gänzlich unabhängig: die Centripetalkraft (Gravitation) ist eine stets wirkende Anziehung, welche Bewegung hervorzubringen strebt, die Centrifugalkraft dagegen ist nicht selbst eine Kraft, sondern erst die Folge einer Bewegung, die von einer bekannten oder unbekannten Kraft ausgeht. Beide sind daher in Nichts mit einander zu vergleichen, noch weniger sich polar entgegen zu stellen.

Sechster Brief.

Polarität.

„Alles wurde reducirt auf die immer wiederkehrenden Gegensätze von Kälte und Wärme, Feuchtigkeit und Dürre, primitiver Dichtigkeit und Dünne; ja auf ein Bewirken von Veränderungen in der Körperwelt durch eine Art innerer Entzweiung (Antiperistase), welche an unsere jetzigen Hypothesen der entgegengesetzten Polarität, an die hervorgerufenen Contraste von + und − erinnert.“ Kosmos S. 15.

Diese Stelle bietet mir eine willkommene Gelegenheit, mich über das auszusprechen, was man Polarität zu nennen und oft durch + und − zu bezeichnen pflegt. Daß man darunter Gegensätze verstehe, ist Ihnen längst bekannt; diese Gegensätze sind aber sehr verschiedener und zuweilen etwas unbestimmter Art. Sie sind theils räumlicher, theils sachlicher Natur. Es wird mir deshalb nur durch Beispiele möglich werden, Ihnen die Sache deutlicher zu machen.

An der Erde als Ganzes unterscheidet man mehrere Pole. Erstens die geographischen oder Umdrehungspole d. h. die beiden Punkte, an welchen die ideale Umdrehungsaxe die

Erdoberfläche durchschneidet. Darauf gründen sich dann die Eintheilungen in Zonen, Grade u. s. w. Keinerlei äußere oder innere Eigenthümlichkeit unterscheidet diese Pole. Der Reisende, der sie besuchen könnte, würde sich nur durch astronomische Ortsbestimmungen überzeugen können, daß er an ihnen angelangt sei, denn auch die Abplattung der Erde an ihren Umdrehungspolen ist nur durch sehr complicirte Messungen erkennbar.

Zweitens unterscheidet man Kältepole, die nicht genau mit den geographischen zusammenfallen. Man nennt so die Regionen, in welchen die niederste mittele Jahrestemperatur herrscht. Ihre Bestimmung erfolgt aber nicht durch directe Beobachtung, sondern durch Berechnung aus der Lage und Gestalt der Isothermen. Die Kältepole sind nicht zu sich gegenseitig, sondern nur zum Wärmeäquator räumliche Gegensätze. Drittens unterscheidet man Magnetpole, welche wieder weder mit den geographischen noch mit den Kältepolen genau zusammenfallen. Man versteht darunter die Punkte, von denen die magnetische Kraft der Erde auszugehen scheint. Auch sie bestimmt man nicht direct, sondern durch die Berechnung aus der Gestalt und Lage der magnetischen Linien. Dabei ergiebt sich aber wieder eine etwas verschiedene Lage derselben, je nachdem man sie aus den Declinationslinien, Inclinationslinien oder isodynamischen Linien berechnet.

Diese magnetischen Pole führen mich nun sogleich zu einer nicht räumlichen Bedeutung des Wortes. Beim Magnetismus wie beim elektrischen oder galvanischen Strom unterscheidet man positive (+) und negative (—) Pole, oder wenigstens positive (+) und negative (—) Elektricität.

Das sind dann nur Gegensätze ohne nothwendige räumliche Bedeutung. Polarität bezeichnet hier zwei sich entgegengesetzte Wirkungen derselben Art; sind diese Wirkungen gleich stark, so heben sie sich bei der Vereinigung gegenseitig auf, wie positive und negative Größen.

In dieser doppelten Weise unterscheidet man nun an vielen Körpern, Figuren und Erscheinungen Pole oder polare Gegensätze, theils räumlich, theils sachlich. Räumlich z. B. an Krystallen, sachlich bei sehr verschiedenen sogenannten Kräften. Die Enden jeder Linie können als ihre Pole betrachtet wer-

den, und selbst für jeden Kreis oder jede Kreisfläche denkt sich der Mathematiker zwei Pole, welche den beiden entgegengesetzten Richtungen einer rechtwinklig durch den Mittelpunkt der Kreisebene gehenden Linie entsprechen, also, um es recht körperlich auszudrücken: dem Stift mit seinen beiden Enden, welchen Kinder durch ein durchbohrtes Geldstück stecken, um einen Kreisel daraus zu machen. Solche ideale räumliche Pole unterscheidet man in der Astronomie für sehr viele Kreise oder Kreisflächen, z. B. für die der Ekliptik, der Erdbahn, der Milchstraße u. s. w. Keine Frage ist es aber, daß die Ausdrücke Pole oder polar auch häufig sehr mißbraucht werden. Man wendet sie im gemeinen Leben zuweilen auf Dinge an, die gar nichts Gegensätzliches in sich tragen. Den ärgsten Mißbrauch treiben aber die sogenannten Naturphilosophen damit, indem sie auch da Polarität und polare Gegensätze annehmen, wo gar nichts dem Aehnliches vorhanden ist.

Siebenter Brief.

Noch nicht erkannte Erscheinungen.

„Wenn auch viele Naturprocesse, wie die des Lichts, der Wärme und des Elektro-Magnetismus, auf Bewegung (Schwingungen) reducirt, einer mathematischen Gedankenentwickelung zugänglich geworden sind; so bleiben übrig die oft erwähnten, vielleicht unbezwingbaren Aufgaben von der Ursache chemischer Stoffverschiedenheit, wie von der scheinbar allen Gesetzen entzogenen Reihung in der Größe, der Dichtigkeit, Achsenstellung und Bahn-Excentricität der Planeten, in der Zahl und dem Abstande ihrer Satelliten, in der Gestalt der Continente und der Stellung ihrer höchsten Bergketten. Die hier beispielsweise genannten räumlichen Verhältnisse können bisher nur als etwas thatsächlich in der Natur Daseiendes betrachtet werden." Kosmos S. 24.

Wir müssen sorgfältig unterscheiden zwischen dem, was naturgesetzlich festgestellt ist, und dem, was nur durch vielfache Erfahrungen als wahrscheinlich erkannt wurde, ohne mathematischer Behandlung zugänglich zu sein. Als naturgesetzlich festgestellt haben wir aber eben nur die Theile des Naturwissens zu betrachten, welche einer mathematischen Behandlungs-

weise fähig sind. Außerdem muß man wenigstens die nächsten Ursachen der Vorgänge sicher kennen.

Unter den im Kosmos genannten, noch nicht näher und ursachlich erkannten Naturerscheinungen sind einige, deren Lösung auf verschiedene Weise versucht worden ist, ohne jedoch bisher zu einem genügenden Resultat zu führen.

Die dialektische und die mystische Richtung der Naturphilosophie haben sich mehrfach bemüht, die Zahl, die Größe, Dichtigkeit und den Abstand der Himmelskörper unseres Sonnensystemes auf bestimmte Gesetze zurückzuführen. Sie brauchen nur Schubert's Ansichten von der Nachtseite der Naturwissenschaft, dessen Urwelt und Fixsterne, oder Carus Briefe über das Erdenleben zu durchblättern, um hier und da auf solche Phantasiegebilde zu stoßen. Sie können im Jahre 1841 bewiesen finden, daß die Zahl 12 (so viel Planeten kannte man damals gerade) eine höchst bedeutungsvolle und nothwendige für unser Sonnensystem ist, „in welcher aus 2mal 6 bestehenden Zahl die Verhältnisse von 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7, welche für Theilung anderer organischer Gliederungen von so großem Gewicht werden, bereits deutlich ausgesprochen" sind; nur Schade, daß in dem kurzen Zeitraum bis heute sich diese Zahl schon um neun vermehrt hat.

Etwas wissenschaftlicher waren die Bemühungen Elie de Beaumonts und Pissis um das Gesetzmäßige in der Vertheilung und Richtung der Bergketten, in der Gestalt und Lage der Continente aufzufinden. Pissis stellte im J. 1844 die Ansicht auf, die Continente seien in ihren allgemeinsten horizontalen Begrenzungsformen sphärische Polygone, d. h. Vielecke, deren Seiten durch lauter Bogentheile von sich durchschneidenden größten Kreisen gebildet werden. Ein solcher größter Kreis ist nämlich jede um den Erdkörper gezogene Kreislinie, deren Mittelpunkt mit dem Erdmittelpunkt zusammenfällt. Durch weitere Verfolgung gelangte Pissis zu dem allgemeinen Resultat, daß alle größeren Küstenlinien der Festländer ihrer Lage nach durch 15 solche größte Kreise bestimmt würden, welche sich zu drei oder mehreren in 4 verschiedenen Punkten schneiden. Den einen dieser Kreuzpunkte von 6 solchen Kreisen verlegt er an den Eingang der Straße von Gibraltar, und die von ihm ausgehenden Kreislinien sollen die Richtung aller benachbarten Kü-

stenlinien Europas und Afrikas bestimmen. Einen zweiten solchen Kreuzpunkt, und zwar von 4 solchen Kreisen, glaubt er an der Südspitze Ostindiens zu erkennen, einen dritten am Vorgebirge der guten Hoffnung, den vierten im nördlichen Eismeere. Schon die einfache Thatsache, daß an sehr vielen weit ausgedehnten Küstenlinien Land und Meeresboden auf große Erstreckung nur so geringe Höhen-Differenzen zeigen, daß eine verhältnißmäßig kleine Niveauänderung durch allgemeine Hebung oder Senkung des Landes sogleich eine durchaus andere Küstengestalt hervorbringen müßte, zeigt, wie haltlos dergleichen Speculationen sind, die nur dadurch einigen Anklang zu finden vermochten, daß sie der Phantasie einen großen Spielraum gewähren.

Aehnlich verhält es sich nun auch mit Elie de Beaumonts neuestem Versuch, die Lage und Richtung der Gebirgsketten auf eine noch nicht bestimmte Zahl größter Kreise zurückzuführen, den er am 9. Septbr. 1850 der Pariser Akademie der Wissenschaften vortrug. Der berühmte französische Geolog behauptet nämlich, daß alle Gebirge der Erde in größten Kreisen liegen, deren eigene Lage bestimmt sei durch die Flächen bestimmter Krystallgestalten, welche man sich in den Erdkörper hineinzudenken hat. Er construirte auf diese Weise einige Hundert solcher größter Gebirgskreise, aber die bis jetzt bestimmten reichen nach seinen eigenen Erfahrungen noch nicht aus, um dadurch die Lage und Richtung aller Gebirge zu erklären, vielmehr glaubt Elie de Beaumont, daß durch Fortsetzung dieser eigenthümlichen Berechnungen noch eine Anzahl neuer solcher Kreise gefunden werden müsse.

Bedenkt man indessen, wie wenig genau sich die wahre Richtung der meisten Gebirgsketten bestimmen läßt, und bedenkt man ferner zugleich, daß unter so vielen Kreisen natürlich auch viele ungefähr mit der Lage und Richtung von Gebirgen zusammenfallen müssen, so ergiebt sich, daß dieses ganze System ebenfalls hauptsächlich auf einem Phantasiespiel beruht, von dem im Grunde bis jetzt noch gar nichts erwiesen ist. Elie de Beaumont glaubt den inneren bestimmenden Grund dieser Richtungen in der Zusammenziehung des Erdkörpers durch Abkühlung suchen zu müssen, von welcher er voraussetzt, sie habe berechenbare Polygone hervorbringen müssen, deren Kanten den Gebirgs-

ketten entsprechen und ein Netz von größten Kreisen bilden. Es fehlt aber hierfür nicht nur zur Zeit noch der thatsächliche Beweis, sondern auch jede irgendwie haltbare naturgesetzliche Erklärung.

Wir können aus diesen fruchtlosen Versuchen die allgemeine Lehre entnehmen, daß alle Systematisirung der Natur a priori, und vor genauer Kenntniß der Thatsachen, zu nichts Brauchbarem führt.

Nach dem gegenwärtigen Standpunkte unseres Wissens müssen wir durchaus noch sagen: die Lage und Richtung der Gebirgsketten ist eine zufällige, wobei jedoch der Ausdruck zufällig durchaus nur so zu verstehen ist, daß wir einstweilen Alles zufällig nennen, dessen Grund wir noch nicht kennen, recht wohl wissend, daß in der Natur Alles seinen bestimmenden Grund hat und es also nichts absolut Zufälliges giebt.

Achter Brief.

Ursachen aller Periodicität.

„Durch die Bewegung der Himmelssphäre wird alles Veränderliche in den Naturkörpern, werden alle irdischen Erscheinungen hervorgerufen.“ (Aristoteles.) Kosmos S. 29.

Diese im Kosmos citirte Stelle zeugt lebhaft von der tiefen Einsicht, welche schon Aristoteles, dessen Methode wir nicht billigen konnten, in das Wesen der Natur besaß, obwohl damals die wahren Bewegungen der Himmelskörper noch gar nicht bekannt waren. Die Periodicität ist in der That für uns und für die uns umgebende Welt — am meisten für die organische — ein Naturgesetz, aber nicht ein ursprüngliches, wie die Schwere, sondern ein abgeleitetes. Nur eine Folge der Constellationen in unserem Sonnensystem. Der Lauf der Jahreszeiten mit all' seinen belebenden und deprimirenden Einwirkungen auf das physische und psychische Leben, der Wechsel der Winde, der Ebbe und Fluth, was sind sie anders, als eine Folge von der schrägen Stellung der Erdaxe gegen die Erdbahn! Der Wechsel von Tag und Nacht und der Phasen des Mondes, was sind sie anders, als Folgen der

Umdrehung der Erde um ihre Axe und des Mondes um die Erde! Das complicirte Ineinandergreifen dieser Perioden ist unstreitig die Ursache der großen Mannichfaltigkeit des organischen Lebens, aber eben wegen des verwickelten Ineinandergreifens dieser vielfachen Perioden ist es schwierig, ihre speciellen Wirkungen alle isolirt zu erkennen. Schon bei den verhältnißmäßig einfachen Bestimmungen der Ursachen des Wetters der gemäßigten Zonen verlieren sich die einzelnen erkennbaren Fäden in einen noch ungelösten wirren Knoten, wie viel mehr wird es der Fall sein bei den ungleich mannichfaltigeren Erscheinungen des organischen Lebens.

Bliebe die Sonne stets senkrecht über dem Aequator und hätte die Erde keinen Mond zum Begleiter, die Oberfläche der Erde und ihre Belebung würde unendlich viele jener Reize entbehren, welche durch eine außerordentliche Mannichfaltigkeit alles Irdischen bedingt werden.

Unsere Eintheilung der Zeit beruht wesentlich auf den Perioden des Umlaufes der Erde oder des Mondes. Ich habe Sie aber in meinem früheren 34. Briefe schon darauf aufmerksam gemacht, daß die Ursache der überall 7tägigen Woche noch nicht gefunden ist, obwohl man voraussetzen möchte, daß auch sie in irgend einer Weise von der Natur gegeben sei.

Neuerlich hat Prof. Nervander in Helsingförs eine 27,26tägige Wetterperiode nachgewiesen, welche darin besteht, daß allemal in 27 und 26 Hundertheil Tagen eine plötzliche kleine Erniedrigung der mittleren Lufttemperatur, und darauf wieder eine Erhöhung derselben eintritt. Da diese Peride mit der freilich noch nicht ganz genau bekannten Umdrehungszeit des Sonnenkörpers ungefähr übereinstimmt, so schreibt Nervander sie der ungleichen Wärmestrahlungsfähigkeit der Sonnenmeridiane zu. Prof. v. Schmöger in Regensburg glaubt dagegen, daß diese plötzliche Wärmeabnahme von der Gravitation des Mondes herrühren möge, der in bestimmten Stellungen die Erdatmosphäre stärker anziehe, als in anderen, dadurch aber die Luft verdünne und so ihre Abkühlung bewirke. Diese Wirkung des Mondes erreicht nach ihm für jeden Ort auf der Erde ihr Maximum, sobald der Sinus der Culminationshöhe des Mondes am größten ist, und sie ist daher von dem anomalistischen und

siderischen Monate gemeinsam abhängig, welche zusammen ein Mittel von 27,44 Tagen geben, also auch nicht genau mit jener Wetterperiode übereinstimmend.

Neunter Brief.

Sternkarte.

„Das uranologische Gebiet, dem tellurischen entgegengesetzt, zerfällt bequem in zwei Abtheilungen, von denen die eine die Astrognosie oder den Fixsternhimmel, die andere unser Sonnen- und Planetensystem umfaßt."

Kosmos S. 36. (Zugleich zu S. 158 – 163.)

Von unserem Sonnen- und Planetensystem habe ich in meinen früheren Briefen eine bildliche Darstellung beigefügt. Da uns aber die erste Abtheilung des dritten Kosmosbandes vorzugsweise in den Fixsternhimmel einführt, so halte ich es für zweckmäßig, Ihnen jetzt auch von diesem eine bildliche Darstellung vorzulegen. Die beiden Sternkarten sind aus Stieler's großem Atlas. Warum, fragen Sie vielleicht, verweisen Sie mich da nicht auf jenen Atlas? — Lieber Freund, ich weiß recht wohl, daß Sie oft genug beim Lesen in meinen Briefen zu bequem sein würden, erst Stieler's schweren Atlas aus einem anderen Zimmer herbeizuholen, oder von einem Freunde zu borgen. Ich fürchte fast, Sie würden lieber die so nöthige Orientirung aufgeben, ehe sie sich zu so besonderen Anstrengungen entschlössen. Darum halte ich es für wichtig, daß die Sternkarte sogleich an den Briefen daranhängt.

Auf dieser Karte sehen Sie nun eine Menge abenteuerlicher, phantastischer Gestalten vor sich, die Sie freilich in dieser Weise am Himmel vergeblich suchen würden. Dort können Sie nur die einzelnen Sterne finden, nicht die Sternbilder. Der Mensch hat von jeher ein Bestreben gehabt, Gestalten zu sehen, auch da, wo keine sind, und seinem Gedächtniß durch gewisse Combinationen zu Hülfe zu kommen, wenn es sich darum handelt, trockene Thatsachen zu merken. Es unterliegt keinem Zweifel, der mit eingebildeten Gestalten bevölkerte Himmel macht einen

weit tieferen Eindruck auf das Gedächtniß der Meisten, als der einfach gestirnte. Wer einmal um die Sterne des Orion sich seine Gestalt gedacht hat, der wird diese schöne Gruppe unseres nördlichen Himmels nie wieder sehen, ohne an den Gürtel des Schwertes und an die breiten Schultern zu denken, die freilich nur eine geringe Idee von dem militärischen Range Orions geben, da sie blos mit einem Sterne geziert sind.

Ist nun diese Gestaltenbildung eine willkommene Hülfe für unser Gedächtniß, so kann sie dagegen bei dem Anfänger oder Laien leicht Vorurtheile wecken und nähren, von denen er genöthigt ist, sich so bald als möglich loszureißen. Es ist nur zu verführerisch, die zu einem Sternbild vereinten Himmelskörper auch für etwas physisch Zusammengehöriges zu halten, was natürlich in den meisten Fällen weit von der Wahrheit abweicht.

Die einzelnen Sterne desselben Sternbildes können möglicher Weise weiter auseinander liegen, als Sterne, die um den halben Umfang des Himmelsgewölbes von einander sichtbar sind. Die uns nächsten und die fernsten Sterne können, wenn sie ungefähr in einer Richtung liegen, gemeinsam ein sogenanntes Sternbild bilden. Das dürfen Sie daher nie vergessen, wenn Sie den Sternenhimmel oder eine Himmelskarte anschauen, die namentlich durch die lebendige und ungezügelte Phantasie der alten orientalischen Sternkundigen überall mit wunderbaren Formen geschmückt ist. Die neuere Astronomie hat diese alte Gruppirung beibehalten, ja sogar am südlichen Himmel noch ergänzt, während sie allerdings jede genauere Bestimmung der Sternörter durch Angabe der Rectascension (Länge, Azimuth) und Declination (Breite, Höhe), der Pol- oder Zenithdistanz bewirkt.

Es giebt drei Systeme der Eintheilung des Himmels. Das eine geht von dem Aequator der Erde als Basis aus; indem man dessen Ebene nach allen Seiten hin unendlich ausgedehnt denkt, theilt sie die scheinbare Himmelskugel in zwei Hemisphären. Die verlängerte Erdaxe bildet die beiden Pole derselben. Dann wird dieser Himmelsäquator wie der der Erde in Grade, Minuten und Secunden getheilt, ebenso jeder Meridian, und man bestimmt die Stellung der Sterne nach Rectascension (Länge) und Declination (Breite), indem man für den Aequator von dem Punkte der Frühlingsnachtgleiche als Nullpunkt ausgeht.

Das zweite System betrachtet die Ebene der Ekliptik als Theilungsebene für die beiden Hemisphären des Himmels, die Pole der Ekliptik sind dann natürlich die Pole dieser Hemisphären. Die Gradzählung am Aequator erfolgt auch hierbei vom Punkte der Frühlingsnachtgleiche aus. Das dritte System endlich nimmt den idealen Horizont jedes Ortes als Basis oder Theilungsebene, seine Pole bilden daher der Scheitelpunkt (Zenith) und der Fußpunkt (Nadir). Diese Eintheilungsweise ist die unbequemste, weil sie immer nur einem bestimmten Ort und Zeitpunkt entspricht.

Das bequemste und üblichste System der Eintheilung ist das erste. Bei ihm entsprechen Meridiane wie Parallelkreise denen des Erdkörpers, nur der Nullpunkt für die Gradzählung am Aequator ist ein anderer. Dieses System ist das auf den beigegebenen beiden Himmelshemisphären befolgte, doch sind auf der nördlichen auch die Hauptlinien des 2. Systems punktirt eingetragen.

Da sich diese Eintheilung (nämlich die durch unpunktirte Linien ausgeführte) auf die tägliche Bewegung der Erde um ihre Are bezieht, welche uns als eine Umwälzung des gestirnten Himmels erscheint, so sehen wir die Sterne (wie die Sonne) von Ost nach West um den Pol, und zwar alle 2 Stunden um 30 Grad, sich fortbewegen, also auf der Karte in der Richtung von 360 nach 330, 300 u. s. w., und stets den von 30 zu 30 Grad angebrachten Linien entsprechend, d. h. die scheinbare Bewegung ist stärker gegen den Aequator, als gegen den Pol, am Polarstern fast 0. Die 4 dickeren dieser Linien sind die sogenannten Koluren; welche den Frühlings-, Sommer-, Herbst- und Winterpunkt schneiden.

Das erste Blatt, der nördliche gestirnte Himmel, enthält fast ganz den Theil des Himmels, der im Laufe des Jahres über unsern Horizont kommt, mit den Fixsternen bis zur 5. Größe, der Milchstraße und den Sternbildern nach Bode's großem Himmelsatlas. Diese Art der Projection bringt eine Vergrößerung der Ausdehnungen nach Außen nothwendig mit sich, und man darf es daher nicht für einen Fehler der Zeichnung halten, daß z. B. der Kopf des Schlangenträgers zu klein, der des Herkules zu groß gegen die Füße erscheint.

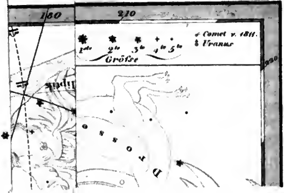
Um den Ueberblick nicht zu stören, sind nur die Sterne erster Größe und einige wenige andere benannt, und von dem idealen Liniennetz der Astronomen ist nur das Röthigste eingetragen. Zur Unterscheidung sind die Sternbilder der Alten innerhalb des Thierkreises blau colorirt, die neuen dagegen nur schwarz punktirt. Beispielsweise ist auch die Bahn des Kometen von 1811 eingetragen und sein Fortrücken von 10 zu 10 Tagen durch das Zeichen ☌ angedeutet, wodurch sich die Zu- und Abnahme seiner Geschwindigkeit ergiebt.

Auf dem zweiten Blatt, dem südlichen Himmel, ist die Einrichtung eine ähnliche, doch vereinfacht. Das Netz der Ekliptik ist weggelassen und nur an den Koluren angedeutet, die Sternbilder sind nicht ausgezeichnet, sondern nur umgrenzt. Dagegen ist am Rand noch eine Einrichtung zu Auffsuchung der mitternächtlichen Culmination jedes Tages angebracht. Will man z. B. wissen, an welchem Datum der Sirius gerade Nachts um 12 Uhr durch den Meridian geht, so legt man ein Lineal an ihn und an den Südpol, dieses zeigt uns dann am Rand den 30. December als Culminationstag.

Begleiten Sie mich nun noch auf einer kleinen unwissenschaftlichen Wanderung zwischen den mancherlei Phantasiegebilden, mit denen der Himmel nach und nach bevölkert worden ist. Vielleicht kann dieselbe dazu beitragen, Ihnen die gegenseitige Stellung derselben etwas geläufiger zu machen. Was dabei Ernst, was Scherz ist, werden Sie schon selbst herausfinden.

„Aus der Vielheit der an dem Himmelsgewölbe scheinbar, wie durch Zufall, vermengten großen und kleinen Gestirne sondern die rohesten Menschenstämme (wie mehrere jetzt sorgfältiger untersuchte Sprachen der sogenannten wilden Völker bezeugen) einzelne und fast überall dieselben Gruppen aus, in welchen helle Sterne durch ihre Nähe zu einander, durch ihre gegenseitige Stellung oder eine gewisse Isolirtheit den Blick auf sich ziehen. Solche Gruppen erregen die dunkle Ahnung von einer Beziehung der Theile aufeinander; sie erhalten, als Ganze betrachtet, einzelne Namen, die, von Stamm zu Stamm verschieden, meist von organischen Erderzeugnissen hergenommen, die öden, stillen Räume phantastisch beleben." (Kosmos S. 157.)

Aus Stieler's Hand-Atlas.



Der Ursprung der ersten Sternbildergestaltung ist in das unsichere Dunkel der Vorzeit gehüllt, Homer schon nennt den Orion und seinen Hund, die Hyaden und Plejaden, den Bootes und den Bär, aber nur den großen, denn er sagt ausdrücklich von ihm, daß „er allein nie in die Fluthen des Oceans tauche", während doch auch der kleine Bär für Griechenland nie untergeht. Die Griechen empfingen aber diese Benennungen wahrscheinlich aus dem ferneren Orient, man hält sie zum Theil für chaldäischen Ursprunges. Die Chinesen haben für den Himmel, wie in so vielen Dingen, eine andere Anschauung, andere Vertheilung und andere Benennung der Bilder. Die ältesten bestimmteren Nachrichten über die griechische Deutung des Sternhimmels rühren von Eudoxus (370 v. Chr.) her, dessen zwei verloren gegangene astrognostische Werke: „Spiegel" und „Erscheinungen", ihrem Inhalte nach in dem astronomischen Gedicht des Aratus aufbewahrt sind, welches er auf Veranlassung des Königs Antigonus Gonatus von Macedonien um das Jahr 270 v. Chr. schrieb.

Die Bevölkerung des Himmels mit allerlei sonderbaren Gestalten wurde dann später vielfach vermehrt, durch ägyptische Astronomen (Ptolemäus, Hipparch) und durch arabische, unter dem Chalifat der Abbassiden (z. B. des El-Mamum 812—833), sowie durch die der Neuzeit, besonders als man auch den Theil des Himmels genauer kennen lernte, der den Südpol zunächst umgiebt. Da es aber nicht meine Aufgabe ist, Sie speciell in die Geschichte der phantastischen Figuren einzuführen, die man zu verschiedenen Zeiten am Himmel zu sehen sich bemüht hat, sondern da ich nur die auf den vorliegenden beiden Himmelskarten vorhandenen zu dem benutzen will, was wohl eigentlich ihr Zweck ist, nämlich zur Orientirung: so lassen Sie uns unsere flüchtige Wanderung beginnen zwischen wilden und zahmen Bestien hindurch, die so friedlich zusammen leben mit allerlei Menschen, astronomischen Apparaten und anderen sonderbaren Dingen.

In der Mitte des nördlichen gestirnten Himmels erblicken Sie einen Stern zweiter Größe, den Polarstern, in der äußersten Schwanzspitze des kleinen Bären, ganz nahe am idealen Himmelspol. Er geht für uns nie unter und nie auf, er ist immer da, nur am Tage unsichtbar, eine Eigenschaft freilich,

die er mit sehr vielen anderen Sternen in seiner Umgebung theilt. Man hat mehrere derselben deshalb in alten Zeiten die Tänzer genannt, weil sie unermüdlich gleichsam den Pol umtanzen. Auch das Mühlzapfenloch ist diese Gegend des Himmels von den Arabern genannt worden, so z. B. auf dem alten arabischen Globus des Dresdener mathematischen Salons, weil sich in ihm gleichsam die Axe der großen Himmelsmühle umdrehe. Dieser Polarstern bildet nun gemeinsam mit drei Sternen dritter Größe und mehreren anderen den kleinen Bären oder Wagen. Schon die alten Phönicier kannten dieses Gestirn und richteten sich nach ihm auf ihren Seereisen; den Griechen, welche den großen Bären als Leitgestirn benutzten, wurde der kleine erst durch Thales bekannt. Die ähnliche Stellung seiner Hauptsterne mit der im großen Bären scheint die gleiche Benennung veranlaßt zu haben, doch ist sie freilich einem Bären wenig ähnlich, eher noch einem Wagen mit 4 Rädern und Deichsel, und auch diese Benennung ist alt, sowie eine dritte, Septentriones, die sieben Pflugochsen (oder Dreschochsen), woraus dann Septentrio (Norden) entstanden ist. Die Araber nannten die ein Viereck bildenden Sterne beider Bären auch *Nasch*, d. i. Bahre, und die drei im Schwanz *Benat*, d. i. die Töchter oder Klageweiber, die hinter der Bahre hergehen.

Religiöser Fanatismus, der alle heidnischen Sternbilder verbannen und den ganzen Himmel christlich bevölkern wollte, hat endlich gegen Ende des 17ten Jahrhunderts sogar einen Erzengel Michael daraus gemacht. Derselbe Fanatismus verwandelte den Drachen in unschuldige Kindlein, die Leier in die Krippe, Andromeda in das Grab Christi u. s. w.

Sie sehen also, wie mannichfaltiger Deutung ein einzelnes Sternbild fähig ist, und Aehnliches wiederholt sich bei den meisten. Diese ungleiche Deutung gilt aber besonders auch für die räumliche Ausdehnung und besondere Gestalt, die man den einzelnen Bildern giebt. Auf unserer Karte erscheint der kleine Bär recht wohlgenährt und friedlich, trotz des unangenehmen Fußtrittes, den er vom König Cepheus erhält.

Den dreifach geknoteten Drachen überspringend, der seinen Schwanz zwischen beiden Bären hindurch windet, wenden wir uns zum großen Bär. Nur wenige Gestirne treten so be-

zeichnend am nördlichen Himmel hervor als dieses. Sechs Sterne zweiter Größe stehen nahe beisammen mit einem dritter. Sie bilden zusammen ein Viereck mit einem krummen Stiel an der einen Ecke. Daraus hat man nun einen Wagen oder einen Bär construirt. Der Wagen läßt sich wieder ziemlich leicht herausfinden, 4 Räder und eine krumme Deichsel sind deutlich angegeben. Aber einen Bären daraus zu machen, ist ziemlich schwer, zumal man das Viereck nicht als die 4 Beine benutzen darf. Es gehören nämlich zu dem großen Bär außer den 7 Hauptsternen noch einige zwanzig andere sehr deutliche und 8 sogenannte „unförmliche", so nannten nämlich die Alten die zugehörigen, aber nicht in das Bild hinein passenden. Drei große bilden den Schwanz, 4 andere stehen mitten auf dem Leib, und noch drei im rechten Hinterbein. Der Kopf ist am meisten, aber unregelmäßig mit kleinen Sternen bedeckt und umgeben. Man möchte glauben, Freund Pätz habe eben Honig genascht und eine Menge Bienen umsummten noch sein holdes Angesicht. Auch die sonderbare scharrende Stellung deutet auf eine solche Beschäftigung hin. Nach dem arabischen Glossator des Ulugh Beg soll indessen unser Freund in die Fußtapfen einer Gazelle treten, die er so eben aufgescheucht hat. Ulugh Beg, dieser als Astronom berühmte mongolische Fürst, der von 1405 bis 1449 in Samarkand regierte und stets eine große Akademie von Gelehrten um sich hatte, vergleicht nämlich die drei unter sich ähnlichen Sternpaare an den Füßen mit der Fährte einer Gazelle. Die frommen Sternbildner des 17. Jahrhunderts machten den großen Bär zum Schifflein Petri, und Professor Weigel in Jena, ein großer Verehrer der Heraldik, zum dänischen Elephanten. Ich übergehe die anderen Deutungen, die diesem Sternbilde geworden sind, wie ich den Drachen schon ganz übersprungen habe, um mich dem Bootes zuzuwenden, der auf unserer Karte beide den Bären verfolgende Jagdhunde an einer Leine hält, ohne sich indessen weiter um sie zu bekümmern, da er vielmehr nach der entgegengesetzten Richtung zu blicken und zu gehen scheint. Zum Hundeführer haben ihn aber auch erst die neueren Astronomen gemacht, bei den Alten war er Ochsentreiber (und gehört als solcher zu dem mit Ochsen bespannten großen Wagen) oder auch Bärenhüter (Arctophylax). Auch noch ein anderer Mythus

bringt beide Sternbilder in eine gewisse gegenseitige Beziehung. Es soll nämlich die Nymphe Kallisto, Tochter des Lykaon, von der vermuthlich eifersüchtigen Juno in eine Bärin verwandelt worden sein. Als solche wurde sie unerkannt von ihrem Sohne Arcas auf der Jagd verfolgt und zugleich mit ihm von Jupiter an den Himmel versetzt. Die arabische Benennung für Bootes, *El-auwd* (der Schreiende), scheint auf einem Mißverständniß des griechischen Namens zu beruhen.

Bootes enthält 6 Sterne dritter und einen erster Größe, den Arctur, den schon Homer so nennt; außerdem noch einige zwanzig deutlich sichtbare. Ihre Stellung ist aber nicht sehr charakteristisch.

Drei Sterne dritter Größe und eine Menge kleinere bilden den Cepheus, der mit dem rechten Fuße da steht, wo dem kleinen Bären der aufgehobene Schwanz angewachsen ist, mit dem linken auf der Spitze dieses Schwanzes. Ob diese Stellung für einen König anständig, mag der Verfasser des „Ceremonienmeisters wie er sein soll", entscheiden. Dafür ragen aber Krone und Scepter in die Glorie der Milchstraße hinein, während der alte Fürst mit dem Auge durch eine Lücke derselben schaut, sein Blick ist darum weniger umnebelt, als der manches Anderen in ähnlicher Stellung. Mit dem Scepter scheint er seiner vor ihm sitzenden Gemahlin Cassiopeja gnädig zu winken. Von einem Großkreuz bemerkt man nichts auf seiner linken Brust, um so reicher ist der Bauch dekorirt und das linke Knie; vielleicht ist Cepheus der älteste Ritter des Hosenbandordens, denn er bildet mit Cassiopeja, Perseus und Andromeda zusammen eine uralte königliche Familie, bis zu welcher kaum ein noch lebender Stammbaum hinauf reichen mag.

Cassiopeja (auch Cassiepeja, κασσιέπεια), bei den Arabern die Sitzende (auf dem Throne Sitzende) genannt, besteht aus 5 Sternen dritter Größe und mehreren kleineren. Cassiopeja scheint ihren heranschreitenden Gatten eben umarmen zu wollen, in der Hofsprache müßte man wohl sagen, sie geruht sich auf eine Accolade vorzubereiten. Uebrigens ist es bei ihrer äußerst einfachen Toilette gewiß sehr passend, daß sie sich bis zum Gürtel in die Milchstraße verschleiert. Die Araber haben dieses Sternbild auch die Hand genannt und seine 5 Haupt-

sterne die Finger. Vielleicht war Cassiopeja die rechte Hand des Cepheus, da diesem ohnehin eine solche zu fehlen scheint.

Perseus wird auch der Träger des Medusenhauptes genannt. Wenn er es trägt, so trägt er es an einer sonderbaren Stelle, ich möchte lieber sagen er sitzt darauf; ohnehin halte ich das lange Stehen auf einem Beine für unbequem, viel zu unbequem für einen König. Ein Medusenhaupt als Thron wäre übrigens vielleicht keine übie Erfindung für das 19te Jahrhundert, um die Thronstürmer zurückzuschrecken. Perseus scheint sich indessen vor solchen Leuten eben nicht zu fürchten, denn er schwingt sein krummes Schwert gar kräftig mit eigener Hand, gleichsam seinen Vetter Cepheus verhöhnend, der nur ein Scepter und dies nur in der Linken hält. Was an diesem König Perseus am meisten Wunder nehmen muß, sind die geflügelten Beine, die für sehr eiligen Fortschritt zu sprechen scheinen. Denn daß es kein Rückschritt sei, dafür bürgt uns deutlich die eigenthümliche Stellung seiner Gattin Andromeda, die ihn mit den Füßen vorwärts stößt. Perseus hat übrigens wie sichs einem Könige ziemt einen Stern zweiter Größe auf der Brust, es ist der Algenib, und wie sein Schwiegervater Cepheus einen dritter Größe am linken Knie.

Mit großem Liebreiz schwebt über seinen Schultern Andromeda, „die Angekettete". Sie ist nämlich hier im Himmel noch immer an dem einsamen Felsen im Meere angeschmiedet. Daß sie im Wasser sitzt, zeigt auch schon einer der Fische, der ihr die Hüfte leckt. Das Meerungeheuer, welchem sie auf Befehl der Götter, ihrer Mutter Cassiopeja zur Strafe, preisgegeben war, ist jedoch nicht mehr da; vielleicht ist es der Drache hinter dem Cepheus, den Perseus schon fortgejagt hat. So finden wir denn die holde Andromeda gleichsam mitten in ihrer Familie. Als Haarschmuck trägt sie den Sirarh, einen Stern zweiter Größe, fünf andere zum Theil kleinere auf Brust, Leib und Fuß. Eine Menge kleine am rechten Arm und Bein.

Ueber die Friedrichsehre, Schwert, und Eidechse hinweg, die von neuen Astronomen eingeschoben sind, schreiten wir zum Schwan, der auch die Henne oder allgemein der Vogel genannt wird. Da, wo die Milchstraße des nördlichen Himmels sich in zwei Theile spaltet, glänzt der De-

neb als ein Stern erster Größe, im Hinterkörper des Schwanes. Vor ihm liegen 5 Sterne dritter Größe in gekrümmter Linie, den oberen Saum der Flügel bezeichnend. Der Albireo bildet den Schnabel. Besonders wichtig ist in diesem Gestirn der Stern 61 geworden, durch Bessel's genaue Bestimmung seiner Parallare. Dicht neben dem Kopf des Schwanes finden wir die Leier; in ihr glänzt vor allem Wega, nächst Sirius und Arctur zu den größten der am nördlichen Himmel sichtbaren Sterne gehörend. Diesen schönen Stern nannte man auch den Adler) oder Geier) und darnach das ganze Sternbild. Darum sehen Sie denn auch hinter der älteren Leier auf unserer Karte die Umrisse eines Adlers, aber nicht des deutschen zweiköpfigen.

Wir nahen uns jetzt dem Herkules. Die Alten nannten ihn „den Knieenden", ohne weitere Bedeutung, erst Panyasis (175 v. Chr.) machte ihn zum Herkules. Als solcher schwingt er eine mächtige Keule und ein Löwenfell hängt ihm vom Kopfe herab in den Nacken. Sein linker Fuß ruht auf dem Kopfe des Drachen, während aus der linken Hand zwei Schlangen zwischen Lorbeerzweigen hervorschlängeln. Kein Stern im Herkules ist von besonderer Größe, aber das ganze Bild ist wichtig für uns, weil es die Gegend bezeichnet, nach welcher unser Sonnensystem sich hin zu bewegen scheint. Wir rücken ihm näher und näher. Der Mauerquadrant ward erst 1795 durch La Lande zwischen dem Herkules, Bootes und Drachen eingeschoben, um sein Lieblingsinstrument zu verewigen. Er enthält nur kleine Sterne.

Die nördliche Krone, unter deren Sternedelsteinen sich einer zweiter Größe auszeichnet, er heißt Gemma und wird also noch besonders als Edelstein bezeichnet. Er bildet mit einer Anzahl kleinerer Sterne zusammen einen Kranz oder Ring, der an einer Stelle eine Lücke zeigt. Die Araber verglichen deshalb diesen Ring mit einer zerbrochenen Schüssel und nannten ihn *Kasa el-masdkhin* oder *Flfekka*, d. i. Bettlerschüssel. Allerdings ein paar sonderbare Gegensätze — Krone und Bettlerschüssel. Es scheint, daß auch der Himmel sich in solchen Gegensätzen gefällt. Auf dem alten arabischen Globus in Dresden, dessen 48 auf Kupfer gravirte Sternbilder umgekehrt stehen, und welcher aus dem Jahre 1289 stammen soll, ist diese Krone höchst einfach durch zwei Kreise oder einen Reif dargestellt, aber die

Schlange ist eben im Begriff sie zu verschlingen, sie hat sie schon beinahe im weit geöffneten Rachen. Wäre dieser Globus nicht so alt, so könnte man glauben, der Zeichner habe sich einen revolutionären Scherz erlaubt. Vergleicht man damit die neueren Darstellungen, so scheint es, daß diese Speise der Schlange doch nicht behagt hat, denn sie hat ihren Kopf ganz davon zurückgezogen und die Krone ist unverzehrt geblieben, aber aus dem einfachen Metallreif ist jetzt ein schöner Kranz mit Bandschleifen geworden, ganz in Einstimmung mit der Bedeutung des Wortes bei den Alten. Die Mythe sagt, daß diese Krone der Ariadne zu Ehren von Bacchus an den Himmel versetzt worden sei, die Dichter nennen sie deshalb auch die kretische.

Der Schlangenträger; er steht vor Ihnen etwa wie der Wärter in einer Thierbude, der eben eine Boa constrictor vorzeigt und nun ein besonderes Trinkgeld erwartet. Das paßt recht gut in diese große Menagerie des Himmels, in der so viel Sonderbares zu sehen ist. 14 Sterne dritter und zwei zweiter Größe bilden nebst vielen kleineren dieses ausgedehnte Sternbild, und alle diese Sterne stehen so vertheilt, daß man eben so gut jede andere beliebige Figur hätte um sie herum zeichnen können.

Neben der rechten Seite des Schlangenträgers hat man zwei polnischen Königen ein Denkmal zu setzen gesucht, im Polnischen Stier dem Poniatowsky (durch den Abt Poczobut im J. 1747) und im Schild dem Sobieski, dessen Kreuz den Kampf gegen die Türken bezeichnet.

Die Sterne des Antinous wurden in alter Zeit noch zum Adler gerechnet, als „unförmliche" Sterne. Dem Kaiser Hadrian zu Liebe soll Ptolemäus dessen im Nil ertrunkenen Liebling als eine Art von Ganymed an den Himmel versetzt haben. Der Adler dicht über ihm scheint ihn allerdings bei den Haaren in den Himmel gezogen zu haben; aber erst Tycho de Brahe machte ein eigentliches Sternbild aus Antinous. Im Adler finden Sie als größten Stern den Attair, welchen Ptolemäus noch zu den Sternen zweiter Größe rechnet, während er jetzt mit erster Größe glänzt. Seine Lichtintensität scheint demnach sehr zugenommen zu haben oder er ist uns näher gerückt. Den Pfeil über dem Adler, den schon die

Alten kannten, und den Fuchs, welcher die Gans gestohlen hat, übergehe ich als unwichtig.

Eine schöne dichte Gruppe bilden die 5 Hauptsterne des Delphin, sie sind nur dritter Größe, aber durch ihr Gedrängtstehen treten sie deutlich hervor. Die Araber nannten die Vier im Kopf auch den Knoten oder den Schmuck des Kreuzes und den Schwanzstern seinen Stiel. — Der Heraldiker der Astronomie, H. Weigel, versuchte gegen Ende des 17. Jahrhunderts einen Staatsstreich, indem er Delphin, Adler und Antinous unter das Gebiet des brandenburgischen Adlers vereinigte; diese Union ist aber eine sehr ephemere gewesen.

Pegasus, das größere Pferd, scheint Münchhausen's in der Schlacht durchhauenes Pferd zu sein. Statt der schattigen Laube sind ihm aber Flügel gewachsen. Diese hatte das Pferd zur Zeit des Aratus noch nicht, obwohl er bemerkt, es sei dasselbe Pferd, welches durch seinen Hufschlag auf den Helikon die Hippokrene hervorgebracht habe. Eratosthenes sagt ausdrücklich: „Einige meinen, das Pferd sei der Pegasus, der nach Bellerophons Sturz zu den Sternen aufflog. Dies kann aber nicht sein, da es keine Flügel hat.“ Diese Flügel schnitt übrigens H. Weigel in seinem *Coelum heraldicum* wieder ab, um ein braunschweigisch-lüneburgisches Pferd aus dem Pegasus zu machen. Unter seinen Sternen sind 4 zweiter Größe, und wenn man den Kopfstern der Andromeda dazu rechnet, sogar fünf. Nach Firuzabadi, einem arabischen Astrologen, enthält es 4 der 10 wohlthätigen Sterne des Himmels, die anderen 6 finden sich im Wassermann und im Steinbock. Vor dem Kopf des großen schaut das kleine Pferd oder Füllen hervor, vielleicht wird es auch einst ein Pegasus, wenn überhaupt die Zukunft noch solche Thiere brauchen kann.

Jenseit der Andromeda finden Sie nur den großen Triangel, das Deltoton der Griechen, zu dem man später auch noch einen kleinen Triangel hinzugefügt hat. Die Sterne der Fliege sind von den Alten noch zu den „unförmlichen“ des Widders gerechnet worden.

Da ich Sie durch den Thierkreis im Zusammenhang zu führen beabsichtige, so überspringen wir jetzt ein tüchtiges Stück Himmel und gelangen zum Fuhrmann.

Wie dieser Fuhrmann dazu kommt, eine Ziege zu tragen, ist schwer einzusehen, zumal da es nach Ovid dieselbe Ziege der Nymphe Amalthea sein soll, welche den Jupiter auf dem Ida mit ihrer Milch ernährte.

> Nascitur Oleniae signum pluviale Capellae
> Illa dati caelum praemia lactis habet.

Capella ist bekanntlich das Diminutiv für Capra, und wenn Ovid sie die regnerische nennt, so bezieht sich das nur darauf, daß für Italien dann die Regenzeit beginnt, wenn dieser schöne Stern in der Morgendämmerung untergeht. Die Araber sahen in diesem Sternbild, außer der Ziege auf dem Arme des Fuhrmannes, noch eine Anzahl anderer Ziegen und Böcke. Vielleicht liefern sie die Milch zur Milchstraße, die von da aus nach beiden Seiten hinfließt. Aber trotz der Ziege bleibt der Fuhrmann ein Fuhrmann, die Griechen nannten ihn sogar den Zügelhalter; ob er den Erichthonius oder den Murtulus vorstellte, bleibt dabei unentschieden. Die Zügel sieht man in seiner Rechten und auch eine Art Peitsche oder vielmehr Knute; vielleicht will er das Geschick der nördlichen Hemisphäre lenken, wenigstens tritt er dem geflügelten Fortschrittsmann Perseus schnurstracks entgegen. Ist es so, so ist die Ziege vermuthlich ein eingefangener Revolutionsteufel. Ein Wagen fehlt unserm Fuhrmanne, denn der große wie der kleine sind weit entfernt; dagegen fehlt es nicht an einer vortrefflichen Chaussee, der Milchstraße, der ältesten unter allen, die man schwerlich in eine Eisenbahn umwandeln wird.

Ueber dem Fuhrmann finden sich nun wieder 5 neue Sternbilder, über die wenig zu sagen ist: Herschel's Teleskop, Luchs, Giraffe, Rennthiere und Erndtehüter. Diese Gegend des Himmels ist besonders arm an großen Sternen und deshalb von den Alten unbewohnt gelassen. Hat doch Hevel den Luchs nur deshalb so genannt, weil Luchsaugen dazu gehören, um seine Sterne zu sehen. Daß Rennthier und Giraffe hier so friedlich zusammen leben, kann befremden, da das erstere sein Bischen Mooskost unter dem Schnee hervor zu schaufeln pflegt, während letztere ihren langen Hals hat, um die saftigsten Spitzen üppiger Laubbäume abzunagen.

Auch der kleine Löwe, das Haupthaar der Bere-

nice und der Berg Menalus sind neue Sternbilder, über die wenig zu sagen ist, wenn es Sie nicht etwa interessirt, daß die schöne Frisur der Berenice auf dem alten arabischen Dresdener Globus *El-belba*, das struppige, borstige Haar heißt, etwa dem des Struwwelpeter vergleichbar.

Wir sind nun mit den vom Thierkreis umschlossenen Sternen fertig und treten in diesen uralten Sternbildergürtel selbst ein, welcher gleich einem Zauberkreis sich um die Ekliptik schlingt, und somit die scheinbare Bahn der Sonne bezeichnet. Der Kosmos sagt hierüber S. 160: „Eudemus auf Rhodos, einer der ausgezeichnetsten Schüler des Stagiriten, der Verfasser einer Geschichte der Astronomie, schreibt die Einführung des Thierkreis-Gürtels dem Oenopides von Chios, einem Zeitgenossen des Anaxagoras zu. Die Idee von der Beziehung der Planeten und Fixsterne auf die Sonnenbahn, die Eintheilung der Ekliptik in zwölf gleiche Theile sind alt-chaldäisch und höchst wahrscheinlich den Griechen aus Chaldäa selbst, und nicht aus dem Nilthale, am frühesten im Anfang des fünften oder sechsten Jahrhunderts vor unserer Zeitrechnung, überkommen. Die Griechen schnitten nur aus den in ihrer primitiven Sphäre schon früher verzeichneten Sternbildern diejenigen aus, welche der Ekliptik am nächsten lagen und als Thierkreis-Bilder gebraucht werden konnten. Wäre mehr als der Begriff und die Zahl der Abtheilungen eines Thierkreises, wäre der Thierkreis selbst mit seinen Bildern einem fremden Volke von den Griechen entlehnt worden: so würden diese nicht ursprünglich sich mit 11 Bildern begnügt, nicht den Skorpion zu zwei Abtheilungen angewandt, nicht Zodiakalbilder erfunden haben, deren einige, wie Stier, Löwe, Fische und Jungfrau mit ihren Umrissen 35° bis 47°; andere wie Krebs, Widder und Steinbock nur 19° bis 23° einnahmen; welche unbequem nördlich und südlich um die Ekliptik schwanken: bald weit getrennt; bald wie Stier und Widder, Wassermann und Steinbock, eng gedrängt und fast ineinander greifend. Diese Verhältnisse bezeugen, daß man früher gebildete Catasterismen zu Zodiakal-Zeichen stempelte."

Der Widder ruht ungemein friedlich, vielleicht wiederkäuend, neben oder auf seinem wilden Nachbar, dem Stier.

Nur ein Stern zweiter Größe bezeichnet seine Stirn und einer dritter das linke Ohr. Wir wenden uns von ihm sogleich zum **Stier**. Dieser scheint wuthentbrannt gegen Orion anzukämpfen, der ihm, einem Matadore vergleichbar, seinen Pelzmantel vorhält und die mächtige Keule gegen die Stirn schwingt. Die Hörner des Stieres scheinen spitz genug gewesen zu sein, um seinen Feinden gefährlich zu werden, aber man hat zwei Sterne zweiter Größe gleich Messingkugeln darauf gesetzt, wie das bei bösen Ochsen zuweilen geschieht.

Aldebaran leuchtet als rechtes Auge, ihn umschwärmen die andern **Hyaden**, die mit ihm eine ungemein dichte Sterngruppe bilden. Ihr Untergang in der Abend- und Morgendämmerung bezeichnete für Griechenland den Beginn der stürmischen und regnerischen Jahreszeit, und daher die Benennung, die schon Homer braucht. Dazu gehörten entfernt auch die beiden Sterne am linken Ohr, „die **Hunde des El-debaran**" der Araber, während El-debaran selbst ihnen für ein böses Zeichen galt. **Ptolemäus** dagegen nennt ihn den hellen der Hyaden oder *Λαμπαδίας*.

Auf dem Hals des Stieres erblicken Sie die **Plejaden** oder das **Siebengestirn**, eine dichtgedrängte Sterngruppe, in der jedoch nur 6 Sterne deutlich sichtbar sind, und auch schon zu **Ovids** Zeiten nur so viel sichtbar waren. Darunter ist der hellste **Alcyone**, von welcher **Mädler** glaubt, daß sie ungefähr den Gravitationsmittelpunkt des Milchstraßensystems bezeichne, worüber ich Ihnen später einen besonderen Brief schreiben werde. Einige Erklärer des **Ovid** meinten, der siebente Stern der Plejaden sei vom Blitz erschlagen, Andere glauben, es sei ein Fuchs gewesen, der sich heimlich in den Schwanz des kleinen Bären geschlichen und dort versteckt habe. Ungleich poetischer ist indessen hierüber eine Mythe, die sich in den Scholien zu Homer findet, nach welcher der verschwundene Stern **Elektra**, die Stammmutter der Trojaner, war. Um die Zerstörung von Troja mit anzusehen, verließ sie den Ort; aus Verzweiflung über dieselbe raufte sie sich die Haare aus, und diese schweifen nun als Haarsterne (Kometen) umher, während die Unglückliche selbst verschwunden ist. Die Benennung der Gruppe findet ebenfalls eine doppelte Ableitung, von *ἀπὸ τοῦ πλεῖν*,

„vom Schiffen", also Schiffergestirn, weil sie für Griechenland in der ersten Hälfte des Mai auf- und im November untergeht, also nur während der damaligen Schifffahrtszeit am Himmel steht, oder von πλέος voll, weil sie einen so dicht gedrängten Sternhaufen bildet. Die asiatischen Dichter Sadi und Hafiz betrachten sie aus demselben Grunde als eine brillantene Rosette mit einem Solitär in der Mitte. Sadi sagt z. B. von einem schönen Garten: „der Boden war wie mit Emailstücken bestreut, und Plejaden-Gebinde schienen an den Aesten zu hängen". Hafiz dagegen in einer schmeichelhaften Kritik: „Deinen Gedichten heftet der Himmel die Perlen-Rosette der Plejaden als Siegel der Unsterblichkeit auf." Auch Hiob scheint von den Plejaden zu sprechen, wenn er sagt: „kannst Du die Lieblichkeiten der Kima (der Plejaden?) binden?" Wie prosaisch sind dagegen die moderneren Bezeichnungen: *hen and chickens*, *poussinière*, Gluckhenne.

Welches der Ursprung der Benennung des ganzen Sternbildes Stier sei, ist ebenfalls ungewiß. Ovid schwankt, ob er ihn für den Stier halten soll, der die Europa entführte, oder für die Kuh, in welche die Jo verwandelt wurde. Wie Schade, daß nicht einmal das Geschlecht sicher zu ermitteln ist.

In den Zwillingen sind nur die beiden Kopfsterne bezeichnend, es sind die Dioskuren: Kastor und Pollux, die an den Himmel versetzt wurden.

Der Krebs enthält, wie Sie sehen, keinen einzigen Stern von bedeutender Größe, dagegen aber einen nebeligen Sternhaufen, welchen man die Krippe nennt.

Der Löwe, den Sie auf unserer Karte so zierlich gestaltet erblicken wie im schönsten Wappen- oder Wirthshausschild, hatte auf arabischen Sternkarten eine sonderbare Ausdehnung gewonnen, bis in die Zwillinge und bis in die Jungfrau hinein, und war dadurch zu einem unverhältnißmäßigen Zerrbild geworden. Seine Hauptsterne haben eine einigermaßen regelmäßige Stellung; der größte ist Regulus, das Löwenherz. Die Benennung des Denebola ist arabischen Ursprungs und bedeutet Schwanz des Löwen. Die Stellung, welche der Löwe gegen die Jungfrau angenommen hat, ist nicht eben sehr artig.

Dafür nehmen aber auch die Araber die oberen Sterne der Jungfrau für Kläffer, Hunde, welche hinter dem Löwen herbellen.

In den Ruinen der alten Stadt Tentyris in Oberägypten hat man einen in Stein gehauenen Thierkreis gefunden, auf welchem der Löwe zuerst aus den Pforten des Tempels zu schreiten scheint. Man hat daraus schließen wollen, daß zu der Zeit, als jener Thierkreis errichtet wurde, die Sonne am Anfang des ägyptischen Ackerbaujahres, welches mit dem Sommersolstium, der Zeit des Nilaustretens, begann, im Zeichen des Löwen gestanden habe; wäre diese Vermuthung begründet, so würde daraus hervorgehen, daß seit Erbauung jenes Tempels, zu welchem der Thierkreis gehörte, das Sommersolstitium um 60 Grad weiter westlich gerückt ist, was bei der bekannten Größe der Präcession auf einen Zeitraum von etwa 4300 Jahren schließen läßt. Hiernach fiele also die Erbauung des Tempels etwa in das Jahr 2740 v. Chr. Damals war die Wage noch nicht im Thierkreis, er bestand nur aus 11 Zeichen, aber 12 Abtheilungen.

Die Deutungen der Jungfrau sind wieder sehr mannichfaltig. Man hat sie für Ceres, Iris, Fortuna, Erigone und Asträa (Justitia) gehalten; am anziehendsten erscheint dieser letztere Mythus, nach welchem die Gerechtigkeit im goldenen Zeitalter unter den Menschen wohnte, im silbernen sich von ihnen zurückzog, und im ehernen sie ganz verließ, um fortan unter den Sternen zu wohnen. Ob sie etwa in dem der bleiernen Gnade zurückgekehrt ist? — Für jene letztere Deutung spricht auch die Wage zu ihren Füßen, die ihr vielleicht entfallen ist, als sie die Erde verließ. In neuerer Zeit sind nun aber dieser Jungfrau wie dem Pegasus auch noch Flügel gewachsen, und sie ist dadurch gleichsam zum Engel geworden. Ein Herr Sachs, welcher in seinem wunderbaren neuen Sonnensystem bezweifelt, ob das, was die Astronomen für Neptun halten und so nennen, auch wirklich Neptun sei, könnte hier mit noch mehr Recht fragen, ob das, was man Jungfrau nennt, auch wirklich eine ist, oder nicht eigentlich ein Engel. Ihren größten Stern trägt sie gleich einer Laterne in der Hand, es ist die Spica, die Aehre, von den Arabern auch der unbewaffnete Simakh, oder Schienbein des Löwen genannt, da dieser bei ihnen so

weit reichte. Dagegen pflegen ebenfalls arabische Astronomen oft Aehre für Jungfrau zu brauchen, wie sie denn überhaupt einen gewissen Widerwillen zeigen, menschliche Wesen in den Thierkreis aufzunehmen und z. B. für Schütze: Bogen, für Wassermann: Schöpfeimer sagen.

Die Wage ist ein altes Symbol der Gleichheit der Tage und Nächte. Ihr Zeichen wurde nach Letronne's Vermuthung zu Hipparch's Zeit, vielleicht durch ihn selbst eingeführt, also vor etwa 2000 Jahren. Damals befand sich wirklich der Punkt der Herbstnachtgleichen in diesem Zeichen der Ekliptik, während er jetzt, durch die Präcession vorgerückt, im Zeichen der Jungfrau liegt. Das ist auch der Grund, warum man bei Aufzählung der Thierkreiszeichen noch immer mit dem Widder zu beginnen pflegt, der damals den Frühlingspunkt enthielt, während dieser jetzt in die Fische fällt, und nur in den Kalendern noch fälschlich nach alter Weise beibehalten wird. Den Raum der Wage bedeckten vor Hipparch's Zeit die Scheeren des Skorpion. Ihre Schalen werden durch 2 Sterne zweiter Größe bezeichnet.

Der Skorpion ragt auf unserer Karte nur zum Theil aus dem südlichen Himmel heraus. Sein Hauptstern ist der Antares, welcher Name wahrscheinlich bedeuten soll: dem Mars an Farbe ähnlich, sehr roth. Es ist ein Stern erster Größe, welchen die Araber *El-Kalb*, das Herz (der Skorpion), nennen.

Der Schütze — bei den Arabern auch *El-Kaus*, der Bogen, genannt — ist ein Centaur, aber nicht zu verwechseln mit dem neben dem südlichen Kreuz. Letzterer stellt den Chiron vor, unserer aber den Crotus. Unter den Sternen des Schützen, die Sie auf dem südlichen Himmel besser sehen können, als auf dem nördlichen, sind einige, von denen es zweifelhaft ist, ob sie von den Arabern Strauße oder weidendes Vieh genannt wurden. Ein in der Nähe befindliches Straußennest (die südliche Krone) spricht für Strauße, aber der Umstand, daß diese Thiere theils zum Trinken gehen, theils vom Trinken kommen sollen, spricht dagegen, da Strauße fast niemals Durst haben. Die Tränke für das himmlische Vieh der Araber ist hier jedenfalls die Milchstraße, die sie als einen großen Fluß bezeichnen.

Die Beschäftigung und die tägliche Umgebung des Volkes hat sich von jeher in seinem Himmel abgespiegelt, wenn

es sich überhaupt mit einem solchen beschäftigte. Der griechische Sternenhimmel ist voll von Helden, Göttern und Nymphen, eine wahre Walhalla; am arabischen weiden überall Kameele, Ziegen, Schafe und Strauße; hier und da findet sich ein Zelt, ein Hund. Weniger die Bilder als die einzelnen Sterne pflegten sie so zu bezeichnen. Die Neuzeit, welche die Astronomie nur den Gelehrten überließ, bevölkerte ihn geschmacklos mit allerlei physikalischen und astronomischen Apparaten.

Auch der Steinbock ragt, wie Skorpion und Schütze, nur mit dem Kopf in den nördlichen Himmel herein. Drei Sterne dritter Größe bezeichnen seine gewundenen Hörner. Die Alten schon waren unsicher über die Natur dieses Geschöpfes, dem man dann auch noch einen Fischschwanz angehängt hat, von dem wenigstens Aratus und Ptolemäus nichts gewußt zu haben scheinen. Eratosthenes nennt dieses Sternbild Pan. Er sagt, es habe Aehnlichkeit mit dem Aegipan; der untere Theil gleiche einem Thier, der obere trage Hörner. Die Araber nannten es schlechtweg den Bock.

Der Wassermann, der Wasserausgießende oder der Schöpfeimer, den man auch wohl Deukalion oder Ganymed genannt hat, enthält nach astrologischer Deutung der Araber eine große Zahl der glücklichen Sterne, und darunter den glücklichsten der glücklichen, den Allerweltsglückstern.

Die Fische, sie sind durch ein vielfach gewundenes Sternenband wie ein zärtlich liebendes Paar mit einander verbunden durch ein Band, in welchem ein Stern dritter Größe eine Schleife vorstellt. Um beide Fische zu unterscheiden, hat man den beim Wassermann, welcher so begierig nach dem ausgegossenen Wasser zu schnappen scheint, den südlichen genannt, und den anderen den nördlichen. Da es aber auch einen südlichen Fisch am südlichen Himmel giebt, so nannte Ptolemäus den nördlichen den nachfolgenden oder östlichen, und den südlichen den vorangehenden oder westlichen. Die Gegend des Himmels ist hier offenbar überhaupt sehr wasserreich, denn dicht neben den beiden verbundenen Fischen sitzt der Wallfisch, auf dessen einer Seite der Wassermann seinen Kübel ausgießt, während auf der anderen der Fluß Eridanus vorbei strömt. Das Alles ist nicht ohne Bedeutung und bezieht sich wahrscheinlich darauf, daß die Sonne diesen Theil des Thierkreises während der Regen-

monate durchlief. Mit den Fischen schließt sich der Thierkreis, was darüber hinaus liegt, werde ich meist nur ganz flüchtig berühren.

Den Wallfisch nannte ich schon, welcher Zoolog möchte ihn wohl als solchen anerkennen? Es scheint eher ein Mittelding zwischen Fisch, Seehund, Löwe und Ameisenbär zu sein.

Georgs-Harfe wurde erst 1789 an den Himmel versetzt, jedenfalls an eine sehr ungünstige Stelle, mit dem Fuß in den Fluß Eridanus und von oben durch die Hufe des Stieres bedroht. Das brandenburgische Scepter steht seit 1688 hier und glücklicher Weise in keiner Beziehung zu dem viel älteren Hasen, dessen hintere Sterne übrigens die Araber als Thron des Orion bezeichneten.

Orion, bei den Arabern auch der Riese genannt, ist unstreitig das schönste Sternbild unseres Himmels. Wer auch kein anderes kennt, kennt doch gewöhnlich dieses. Den Kopf bezeichnet ein Bündel von drei kleinen Sternen. Die rechte Schulter Beteigeuze, die linke Bellatrix. Weniger deutlich sind die Keule und die Dora oder Thierhaut, die als Schild über dem linken Arm hängt. Ungemein charakteristisch dagegen ist der Gürtel, aus drei sehr hellen Sternen zweiter Größe bestehend, dicht in einer Reihe. Die Araber nannten ihn *Mintaka el-dschauzd. Dschauz* — was auch für den ganzen Orion gebraucht worden zu sein scheint — heißt: Nuß, Kern, Mitte der Dinge. Das kann sich nun hier auf die Lage im Himmelsäquator beziehen, oder auf die Mitte des ganzen Bildes; oder sollte es etwa die goldenen Nüsse bezeichnen, mit denen der Gürtel geschmückt ist, während die drei kleineren Sterne am Schwert nur Goldkörner genannt werden? Moderne Recensenten würden vielleicht sagen: „das also ist (*el-dschauza*) der Kern des Pudels Orion." Aber sei dem, wie ihm wolle, Sie werden stets leicht diesen Gürtel am Himmel erkennen, und auch das Gehänge mit dem Schwert. Der große Stern im linken Fuß heißt bei Ulug Begh *Ridschl el-dsauzd el jursa*, d. i. der linke Fuß des Orion; aus diesem *Ridschl* scheint zuerst in den alphonsinischen Sterntafeln Rigel entstanden zu sein, und so nennt man denselben noch jetzt. Die Mythen über Orion sind sehr unbestimmt; weil er schon zu Homers Zeit einen Hund hinter sich hatte, hat man ihn zum Jäger gemacht.

Dieser große Hund nun ist von besonderem Interesse durch den Sirius, den glänzendsten aller Sterne des Himmels, den er auf der Nase trägt. Der Name Sirius scheint ursprünglich überhaupt eine Bezeichnung für jeden sehr hellen Stern gewesen zu sein, selbst für die Sonne bei Homer. Dahingegen wird der Sirius speciell oft Hund oder Hundestern genannt. Nach Ideler sollen nach ihm oder nach seiner Gruppe die Canicularia der Römer, unsere Hundstage, ihren Namen führen. Sirius, dieser Glanzpunkt des nächtlichen Himmels, ist auch dadurch merkwürdig, daß er der einzige Stern ist, an welchem sich eine Veränderung der Farbe historisch nachweisen läßt. Er hat gegenwärtig ein vollkommen weißes Licht, während ihn Ptolemäus unter den 6 feuerröthlichen Sternen aufzählt (Kosmos S. 169). Sie sehen also, daß selbst Sterne ihre Farbe wechseln, können Sie sich da noch wundern, daß es die Menschen thun? Ueber den Namen des Sirius finden Sie S. 206 des Kosmos eine ausführliche Bemerkung.

Das Einhorn ist später zwischen den großen und kleinen Hund eingeschoben, welcher ebenfalls zu Homers Zeit noch nicht benannt gewesen zu sein scheint. In letzterem glänzt der Procyon, welcher von den Arabern auch der triefäugige Sirius genannt wird. Daß die Buchdruckerpresse keine uralte Erfindung ist, wissen Sie selbst; die so eng damit verbundene Censur ist nie an den Himmel versetzt worden. Die Wasserschlange schlingt sich weit über den südlichen Himmel hin bis zum Skorpion und darf nicht verwechselt werden mit der viel neueren kleinen Wasserschlange nahe dem Südpol. Außer der Drossel ist auf unserer nördlichen Karte kein Sternbild weiter.

Auf dem südlichen gestirnten Himmel bleiben uns nur noch die mittleren zu überblicken übrig, da die randlichen alle in den nördlichen Himmel hereinragen.

Der Becher wird von den Arabern auch die Krippe und von den alten Römern Crater oder Urne genannt.

Der Rabe heißt auch Thron der Spica, in welchem Falle Spica für Jungfrau steht, oder die Kameele. Der Centaur gehört zu den größten Sternbildern des südlichen Himmels, nur das Schiff übertrifft ihn an räumlicher Ausdehnung, dessen südliches Steuer der Canopus bildet, nächst Sirius der hellste

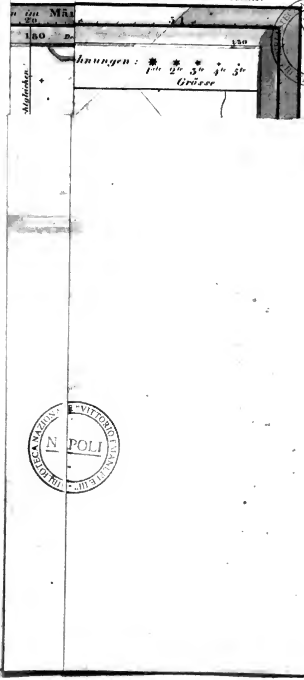
Stern am ganzen Himmel. Centaur und Schiff sind uralt, sehr neu ist dagegen die Karlseiche zwischen ihnen; es ist dieselbe, auf der sich Karl II. nach der verlorenen Schlacht am 3. Sept. 1651 verborgen hat. Die fliegenden Fische, die Maler-Staffel, die Taube, den Grabstichel, die Penduluhr, das Netz und den Schwertfisch wollen wir ohne Weiteres überspringen. Auch den chemischen Apparat jenseit des Eridanus, die Elektrisirmaschine und die Bildhauerwerkstatt brauche ich nur zu nennen, um ihre Neuheit und ihr geringes astronomisches Interesse zu bezeichnen.

Phönix und Kranich enthalten wenigstens einige größere Sterne, und der südliche Fisch gehört zu den alten Sternbildern, auch glänzt an seinem Maul der Fomahand als ein Stern erster Größe. Luftballon, Mikroskop und Indianer sind natürlich wieder neu, ebenso die amerikanische Gans, die schon erwähnte kleine Wasserschlange, der Tafelberg und der See-Octant, dieses den sternenarmen Südpol bezeichnende Gestirn. Zwischen ihnen finden sich aber die beiden interessanten Wolken, die große und die kleine, von denen Dr. Horner sagte, man könne sich bei ihrem Anblick kaum des Gedankens erwehren, daß sie einst ihre Stelle in den beiden benachbarten Lücken der Milchstraße eingenommen hätten, die man die Kohlensäcke zu nennen pflegt, deren einer sich am Kreuz, der andere etwas unbestimmter bei der Karlseiche zeigt. Natürlich will er damit nur die Aehnlichkeit ihres Baues mit dem der Milchstraße versinnlichen, die gerade in der Nähe jene dunklen sternleeren Lücken enthält. Die Wolken wie die Milchstraße sind aus lauter mit unbewaffnetem Auge unerkennbaren Sternen zusammengesetzt.

Pfau, Paradiesvogel, Chamäleon und Biene vervollständigen die Menagerie des Südpols, während das südliche Dreieck, Zirkel, Lineal und Winkelmaß nebst astronomischem Fernrohr gleichsam am Altar der Astronomie, einem Sternbilde der Alten, niedergelegt sind. Alte Bilder sind hier ferner die südliche Krone, auch das Straußennest, oder Rad des Irion genannt, sowie der Wolf bei den Arabern mehr unter dem Namen das Thier bekannt.

Noch bleibt uns eine Sternengruppe am südlichen Himmel

Aus Stieler's Hand-Atlas.



zu betrachten, die schönste von allen, das südliche Kreuz. Der Lichteffect dieser dicht zusammengedrängten Sterne erster, zweiter, dritter, vierter und fünfter Größe wird offenbar noch besonders gehoben durch die Nachbarschaft der Kohlensäcke, die sich zu beiden Seiten mit unergründlicher Tiefe in die schmale Milchstraße einsenken.

Andrea Corsali schrieb 1515 über dieses Sternbild in einem Briefe aus Ostindien: „Der Südpol wird deutlich durch zwei kleine Wolken bezeichnet, welche sich bald steigend, bald sinkend, in kreisförmiger Bahn um ihn bewegen und einen Stern in ihrer Mitte haben, welcher etwa 11 Grad von dem Pol entfernt ist. Ueber diesen Wölkchen erscheint ein wunderbares Kreuz von solcher Schönheit, daß es meines Erachtens mit keinem anderen Gestirn des Himmels verglichen werden kann. Irre ich nicht, so ist dies eben das Kreuz (*Crucera*), dessen Dante im prophetischen Geiste gedenkt.“ Dante sagt nämlich im *Purgatorio Canto I.*:

> I' mi volsi a man destra e posi mente
> All' altro polo, e vidi quattro stelle
> Non viste mai fuorchè alla prima gente.
> Goder pareva il ciel di lor fiamelle.
> Oh settentnional vedovo sito
> Poichè privato sei di mirar quelle.

Philalethes (der hohe Unbekannte) übersetzt diese Stelle so:

> Ich wandt' zur Rechten mich, den Sinn gerichtet
> Zum andern Pol hin, und sah dort vier Sterne,
> Die Niemand als das erste Paar noch wahrnahm;
> Der Himmel freute, schien's, sich ihrer Flämmchen.
> O arctische, verwaiste Erdengegend,
> Da Dir versagt ist, jene zu betrachten.

Diese vier Sterne repräsentiren im Verlauf des Gedichtes die vier Cardinaltugenden, welche den Menschen nur im paradiesischen Zustande ursprünglicher Gerechtigkeit und Heiligkeit leuchteten, und die Commentatoren des großen Sängers sind unsicher darüber, ob dieselben vielleicht als bloße Phantasiegebilde anzusehen seien, oder ob Dante etwa durch Marko Polo, der im J. 1295 von seinen bis Java und Madagascar ausgedehnten Reisen zurückgekehrt war, von dem besonderen Glanz des südlichen Kreuzes gehört habe. Im Verzeichnisse des Pto-

lemäus wurden dessen Sterne noch zum Centaur gerechnet, erst Royer machte im Jahre 1697 ein besonderes Sternbild daraus. Nach S. 210 des Kosmos ist das südliche Kreuz wegen anderer Lage der Ekliptik vor etwa 4750 Jahren bis an die Küsten der Ostsee sichtbar gewesen, aber zu Dante's Zeit sicher längst nicht mehr. Seine Hauptsterne bewegen sich zum Theil in ungleichen Richtungen auseinander, es wird deshalb in einigen Tausend Jahren sehr an Schönheit verlieren.

Zehnter Brief.

Bewegung aller Himmelskörper.

„Nichts ist ruhend im Weltraum; auch die Fixsterne nicht."
Kosmos S. 36—38.

Die uralte Idee von unbeweglichen, am Himmel feststehenden Sternen erschien den denkenden Astronomen längst als eine sehr unwahrscheinliche; auch damals schon, als man noch keine Bewegung derselben nachzuweisen vermochte, sondern nur der Meinung war, daß das ganze Himmelsgewölbe sich um den Erdkörper drehe. Sie stand in Widerspruch mit den übrigens so allgemeinen Gesetzen der Bewegung und Veränderung. Aber es hat lange gedauert, ehe man diese Vermuthung thatsächlich feststellen konnte. Die Schwierigkeit der Beobachtung solcher Bewegungen am Firmament liegt in der unermeßlichen Entfernung der bewegten Körper. Sie müssen ungeheure Wege zurücklegen, ehe uns diese erkennbar werden. So schnell sie auch durch den Weltraum dahin eilen, dennoch erscheinen sie feststehend, da der in menschlichen Beobachtungszeiträumen zurückgelegte Weg immer noch unendlich klein ist gegen die Entfernung, gegen den Abstand von der Erde. Sie würden daher auch uns und allen späteren Beobachtern nur feststehend erscheinen, wenn nicht einerseits die Vergleichung der Sternbeobachtungen vieler Generationen und andererseits die Erfindung sehr genauer Meßinstrumente die Auffindung ihrer Bewegung möglich gemacht hätte.

Ein Schiff, das am fernen Meereshorizonte schnell dahinsegelt, scheint flüchtiger Beobachtung unbewegt, und wie ver-

schwindend klein ist seine Entfernung — freilich auch die Schnelligkeit seiner Bewegung — gegen die irgend eines sogenannten Fixsternes. Wie sehr sind wir nicht selbst da der Täuschung unterworfen, wo es sich um die Abschätzung ferner feststehender Größenverhältnisse handelt, wenn nicht der Maßstab für dieselben in der Natur des Gegenstandes selbst oder seiner unmittelbaren Nachbarn liegt. Die gewaltigen Felszacken, die aus den Schneefeldern des Montblanc hervorragen, erscheinen, aus dem Chamounythale gesehen, wie kleine Steinvorsprünge, von dem Besteiger ohne Schwierigkeit zu überschreiten oder zu umgehen, in ein Paar Stunden glaubt man den Gipfel erreichen zu können, weil der Mangel jedes Gegenstandes von bekannter Größe auf jenen Höhen das Auge täuscht, oder vielmehr über Größe und Entfernung gänzlich im Ungewissen läßt. Aber weit leichter, weil mehr in der Uebung, sind immer noch solche Beobachtungen und Schätzungen, als die von irgend einem Körper zurückgelegter Wege, ohne daß eine sichtbare Bahn der Bewegung bleibt.

Die Bahnen der Sterne sind nur aus ihrer gegenseitigen Constellation erkennbar, und niemals dann, wenn sie gerade auf uns zu- oder von uns abgerichtet sind. In diesen beiden Fällen würden sie nur dann erkennbar sein, wenn durch Näherung oder Entfernung sich ihre Größenerscheinung veränderte. Diese aber ist bei den Fixsternen gleich Null. Bei keinem sieht man einen Körper von meßbarem Durchmesser, sondern bei allen nur einen mehr oder weniger intensiven Lichtpunkt, der um so kleiner erscheint, je größer bei derselben Vergrößerung die Oeffnung des Rohres oder überhaupt, je stärker die Vergrößerung ist. Der Kosmos sagt darüber S. 67: „Fernröhre und Teleskope geben leider! wenn gleich in einem weit geringeren Grade, den Sternen einen unwahren, factischen Durchmesser. Nach den schönen Untersuchungen von W. Herschel nehmen aber diese Durchmesser ab mit zunehmender Stärke der Vergrößerung. Der scharfsinnige Beobachter schätzte den scheinbaren Durchmesser von Wega in der Leier bei der ungeheueren Vergrößerung von 6500 Mal noch zu 0,36 Secunden.

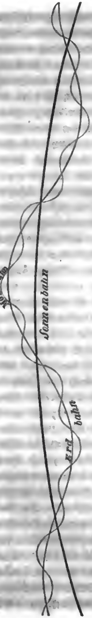
Sie fragen, warum die stärkere Vergrößerung hier eine scheinbare Verkleinerung bedinge? Die Größenunterschiede der

Fixsterne sind aber sämmtlich nur scheinbar durch ungleiche Lichtstärke bedingt, die entweder wirklich verschieden ist oder durch ungleiche Entfernung verschieden erscheint. Das Fernrohr reducirt selbst bei den Sternen größter Lichtstärke den scheinbaren Durchmesser beinahe auf ein Minimum, auf einen leuchtenden Punkt, und zwar um so mehr, je besser es ist; nur bei den Planeten sieht man eine Scheibe, welche mit der Vergrößerung wächst. Von selbst versteht es sich wohl, daß bei noch stärkerer Vergrößerung der Instrumente, als die jetzt erreichte, möglicher Weise auch wohl ein wirklicher Durchmesser sichtbar werden kann, der dann, wie bei den Planeten, mit der Vergrößerungsfähigkeit des Instrumentes nothwendig zunehmen muß. Aber bis jetzt ist dieser Vergrößerungsgrad noch für keinen Fixstern erreicht.

Es ist noch ein Umstand, welcher deutlich beweist, daß wir bei allen Fixsternen keine Scheiben, sondern nur Punkte sehen, das ist ihr plötzliches, nie allmäliges Verschwinden hinter der Mondscheibe, während die Planeten stets nur allmälig, Theil für Theil, hinter derselben unsichtbar werden.

Die Schwierigkeit, eine Bewegung der Fixsterne zu erkennen und nachzuweisen, ward früher sehr erhöht durch den Mangel genauer Sternkarten oder Verzeichnisse. Es ist für die meisten Sterne unmöglich, ihre jetzige Constellation genau mit der vor 500 oder 1000 Jahren zu vergleichen. Ganz anders wird das nach abermals 500 oder 1000 Jahren sein, wo dann die heutigen Vorarbeiten den späten Generationen eine brauchbare Unterlage zur Vergleichung darbieten. Mögen immerhin die jetzigen Arbeiten den Anforderungen, die man nach Jahrhunderten stellen kann, nicht ganz entsprechen, so wird doch jedenfalls das Verhältniß ein ganz anderes sein, als sich bei der Vergleichung von Jetzt mit der Zeit vor der Erfindung des Fernrohres ergiebt.

Die erfolgte Nachweisung der Fixstern-Bewegung ist aber nur der erste Schritt auf dieser Bahn des Wissens. Die Art der Bewegung zu finden, ist zukünftiger Forschung vorbehalten. Bis jetzt läßt sich nur aus allgemeiner Analogie die Natur dieser Bewegungen mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit vermuthen. Zunächst haben wir es natürlich nur mit den sichtbaren Sternen zu thun, welche dem System unserer Milchstraße angehören, von ihr ringartig eingeschlossen werden. Wir



können schließen, daß die große Masse der Sterne dieses Systems sich in Richtungen bewegt, welche nur wenig gegen die Ebene des Milchstraßenringes geneigt sind, wie dies auch bei der Richtung der Sonnenbewegung der Fall ist, da es sonst ein höchst unwahrscheinlicher Zufall wäre, daß wir gerade so viele derselben nahe bei dieser Ebene erblicken. Es läßt sich also vermuthen, daß ihre Bewegung in allgemeinster Beziehung der der Planeten und ihrer Trabanten gleicht. Aber welches ist denn die wahre Bahn der Planeten und Trabanten? auch das wissen wir nicht, wir kennen dieselbe nur bis zu einem gewissen Grade, und zwar die der Trabanten um einen Grad weiter, als die der Planeten. — Wir pflegen zu sagen, die Trabanten umkreisen die Planeten und mit diesen die Sonne in elliptischen Bahnen. Das ist aber nur richtig, wenn man einstweilen im ersteren Falle die Planeten, im letzteren die Sonne als feststehend betrachtet, also von ihrer eigenen Bewegung absieht. In Wirklichkeit stehen aber weder die Planeten, noch steht die Sonne fest. Aus der scheinbar oder vielmehr beziehungsweise zur Erde elliptischen Bahn des Mondes wird dadurch beziehungsweise zur Sonne eine epicykloidische, um eine Ellipse (die Erdbahn) schlangenartig gewundene Bahn. Sobald wir jedoch zugleich auch die Fortbewegung der Sonne berücksichtigen, löst sich die Erdbahn selbst wieder in eine wahrscheinlich schlangenförmige, um die Sonnenbahn gewundene, aber nicht näher bestimmbare Linie auf, die von der Mondbahn gleichsam umschlängelt wird.

Der beistehende Holzschnitt mag Ihnen die wahrscheinliche Form dieser Bahnen un-

gefähr versinnlichen; daß dabei auf die Verhältnisse der Dimensionen und Biegungen keine genauere Rücksicht genommen ist, bedarf wohl kaum der Erwähnung, es kam nur darauf an, ungefähr die Form der Verschlingung zu versinnlichen, und auch diese ist nur unter der Voraussetzung eine ähnliche, wenn sich die Sonne in ihrer Bahn schneller bewegt, als die Erde um die Sonne, wie sich die Erde in ihrer Bahn um die Sonne schneller bewegt, als der Mond um die Erde. Die größte absolute Schnelligkeit kommt dann immer wieder dem Mond und nach ihm der Erde zu, weil diese außer mit der Sonne und respective mit der Erde auch noch um dieselbe laufen.

Sollte sich die Sonne mit ihrem Planetensystem ellipsenförmig um einen Centralkörper oder um einen idealen Centralschwerpunkt bewegen (wie wenigstens nicht unwahrscheinlich ist), so würde aus der Erdbahn dadurch beziehungsweise zu dem von der Sonne umkreisten Mittelpunkt eine ähnliche Linie werden, wie die Mondbahn in Beziehung zur Sonne darstellt. Wenn nun aber auch jener von der Sonne und vielen anderen sogenannten Fixsternen umkreiste Schwerpunkt oder Himmelskörper sich im unendlichen Weltraum fortbewegt, so würden dadurch abermals alle speciellen Bahnen allgemeine Veränderungen erleiden, und so kommen wir nie an ein bestimmtes Ende, nie an einen sicheren Abschluß, um die wahren Bahnen der Himmelskörper oder irgend eines derselben zu bestimmen. Wir können sie stets nur beziehungsweise auf die umkreisten Körper oder Schwerpunkte construiren, deren eigene Bahnen selbst wieder höchstens relativ, wenn überhaupt, bekannt sind. Der kühnste Geist muß schwindeln bei der Verfolgung dieser Consequenzen, die schrankenlose Unendlichkeit öffnet sich diesen Bewegungen, und wie in so vielen Dingen, ist es auch hierbei zweckmäßig, sich zunächst auf den augenblicklichen Gesichtskreis, auf das wirklich erkannte Gebiet zu beschränken.

In den Räumen des Himmels also, die wir an jedem heiteren Abend in gleichmäßigster Ruhe über uns zu erblicken glauben, herrscht in Wirklichkeit das lebendigste Leben, mit noch ungemessener Schnelligkeit schwingen gewaltige Himmelskörper in vielfach gewundenen Bahnen nach allen Richtungen hin und den Raum zwischen ihnen durcheilen Lichtwellen von unzähligen Sternen ausgehend, doch nur da dem Auge erkennbar, wo sie

auf feste Weltkörper treffen. Da ist also überall Bewegung und Leben, wo wir nur Ruhe erblicken. Aber dieses Leben ist ganz anderer Art, als das, was wir an den Organismen unserer Erde so nennen, nur mystische Naturphilosophie konnte beide verwechseln, oder für gleichbedeutend halten.

Ich fühle, daß auch ich mich zu hypothetischen Betrachtungen habe hinreißen lassen, die das Bekannte weit überschreiten und die der nüchterne Astronom vielleicht belächelt. Damit Sie nun nicht etwa verführt werden, ganz hypothetische Speculationen für sicher begründet zu halten, will ich noch einige Worte hinzufügen, die ich einer vortrefflichen Abhandlung Dr. Wichmann's über die Central-Sonne des Himmels entlehne.

Die Periode, seit welcher wir die relative Stellung der helleren Firsterne so genau kennen, daß auch kleine Verschiebungen derselben von einigen Secunden mit Gewißheit erkannt werden können, umfaßt jetzt beinahe 100 Jahre, lang genug, um überall Bewegung wahrzunehmen, aber nur eine Secunde in der Geschichte des Himmels, bei Weitem zu kurz, um das Gesetz dieser Bewegung auch nur ahnungsweise zu entdecken. Wie lange schon hatte die Menschheit den einfachen Mechanismus des Sonnensystems betrachtet, wie oft die vollständigen Perioden der Bewegung in stets wiederkehrender Reihenfolge beobachtet, ehe es gelang, das einfache Attractionsgesetz mit seinen Folgen heraus zu lesen! Und nun, wie sollen wir, nachdem kaum der Anfang der Bewegung der Firsterne entdeckt ist, schon jetzt die jedenfalls weit schwieriger zu entziffernden Züge derselben herleiten? Das Einzige, was wir über die Bewegung der Firsterne mit Sicherheit wissen, besteht darin, daß sehr viele Sterne, deren Oerter hinlänglich scharf in zwei weit genug auseinander liegenden Epochen bestimmt sind, mehr oder minder deutlich eine Ortsveränderung zeigen, die nothwendig von einer wirklichen Bewegung im Raume herrühren muß. Ferner, daß die meisten der aufgefundenen Doppelsterne durch eine Bewegung um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt sich als wirklich physisch zusammen gehörig erwiesen haben, wodurch zugleich außer Zweifel gesetzt ist, daß das allgemeine Gravitationsgesetz auch für jene entfernten Weltkörper seine Gültigkeit habe. Mit einer an Gewißheit grenzenden Wahrscheinlichkeit können wir noch annehmen,

daß unsere Sonne eine gegen das Sternbild des Herkules gerichtete Bewegung hat. Dies ergiebt sich nämlich daraus, daß der größere Theil der Ortsveränderung der Fixsterne durch ein Fortrücken des Sonnensystemes nach einer gewissen Richtung genügend erklärt wird, und demnach diese Bewegung zum Theil als eine scheinbare, optische anzusehen ist. Endlich ist auch noch bei einigen wenigen Sternen eine jährliche parallaktische Bewegung nachzuweisen, am sichersten bei 61 Cygni von Bessel, welcher von der Umlaufsbewegung der Erde um die Sonne herrührt und uns zugleich die ungeheuere Entfernung dieser wenigen Sterne kennen gelehrt hat. Bei viel mehr Sternen haben die Versuche zur Bestimmung der Parallaxe kein Resultat geliefert, sie sind zu weit entfernt. Zugleich folgt hieraus mit Gewißheit, daß die Anziehung unserer Sonne viel zu gering ist, um die bekannten stärkeren Bewegungen einiger Sterne von ihr herleiten zu können. — Alles Uebrige, was in älterer und neuerer Zeit über die Bewegungen des ganzen Sternsystems geschrieben und gelehrt worden, ist rein hypothetisch, fast willkührlich zu nennen, nicht einmal durch die Wahrscheinlichkeit, den einzigen Führer der uns noch in dem großen Labyrinthe bleibt, gehörig begründet; es sind gleichsam Versuche, diese Bewegung zu errathen oder Fragen darüber, die uns die Schwierigkeiten der Ermittelung derselben anschaulich machen, nicht aber Antworten, die als Annäherung an die Wahrheit angesehen werden dürfen.

Eilfter Brief.

Begriffe über Größen.

„Aus der Unendlichkeit des Weltraums, die freilich von Aristoteles bezweifelt wird, folgt seine Unermeßlichkeit. Nur einzelne Theile sind meßbar geworden; und die, alle unsere Fassungskraft überschreitenden Resultate der Messung werden gern von denen zusammengestellt, welche an großen Zahlen eine kindliche Freude haben, ja wohl gar wähnen, durch staunen- und schreckenerregende Bilder physischer Größe den Eindruck der Erhabenheit astronomischer Studien vorzugsweise zu erhöhen."

Kosmos S. 40.

Groß und klein, viel und wenig, unermeßlich, unzählbar und unendlich, das sind, wie Sie wissen, theils relative, theils

unbestimmte Begriffe. Für die Betrachtung des Weltalls ist es aber von besonderer Wichtigkeit, sich das Unsichere und Unbestimmte oder die wahre Bedeutung dieser Begriffe recht lebhaft vorzuführen.

Das kleinste Fürstenthum Deutschlands ist groß, wenn Sie es mit dem Raume Ihres Zimmers vergleichen; aber es ist klein unter den Ländern der Erde. Rußland dagegen ist jedenfalls groß als Land, aber es ist nicht unermeßlich, sondern genau meßbar. Viel größer als sein Umfang ist die Bahn der Erde um die Sonne, aber ebenfalls genau gemessen, und folglich nicht unermeßlich.

Dagegen giebt es genug Sterne, deren Entfernung sich trotz aller Bemühung noch nicht bestimmen ließ, und die wir deshalb mit Recht einstweilen unermeßlich weit entfernt nennen, was sie vielleicht in 100 Jahren nicht mehr sein werden. Falsch ist es aber stets, irgend einen Stern, oder überhaupt irgend etwas Bestimmtes unendlich weit zu nennen; es kann das höchstens vergleichsweise geschehen, und der Ausdruck ist in diesem Sinne bei den Mathematikern allerdings üblich. Sie betrachten z. B. jeden Firstern, wenn es sich nur um den Winkel seiner auf die Erde gelangenden Strahlen handelt, als unendlich weit (obwohl sie recht gut wissen, daß es in Wirklichkeit nicht so ist); die Mathematiker nehmen den Stern in dieser Beziehung als unendlich weit entfernt, weil seine Strahlen auf jedem Punkt der Erdoberfläche für unsere Wahrnehmungsfähigkeit vollkommen parallel erscheinen, gerade so, als wäre der Stern wirklich unendlich weit entfernt. In diesem Falle bestimmt also der Grad unserer Beobachtungsfähigkeit jenen Ausdruck. Weil wir auf keine Weise einen Winkelunterschied in den auf die Erde fallenden Strahlen eines Firsternes wahrnehmen können, sind dieselben für uns parallel, wirklich parallel würden sie aber nur dann sein, wenn der Stern wirklich unendlich weit wäre, was jedoch eigentlich ein nie realisirbarer, sondern nur ein idealer Begriff ist. Man weiß das, und man braucht dennoch den Ausdruck, ohne ihn falsch zu verstehen.

Aehnlich bei den Größen der Zahl. Sieben Trümpfe im Whist nennt jeder Spieler viel, sieben Soldaten einer Armee sind wenig. Die Blumen einer Wiese, die Blätter eines Waldes

nennen wir unzählbar, aber es würde dennoch falsch sein, wenn wir alle Blumen und Blätter der Erde unendlich viel nennen wollten. Etwas für unsere Begriffe Wirkliches kann nie unendlich groß, oder unendlich viel sein, sondern nur unermeßlich oder unzählbar. Daher ist es denn auch eigentlich falsch, irgend Etwas unendlich klein oder unendlich wenig zu nennen. Der Gegensatz von unendlich groß oder viel, ist: Nichts. Eine Grenze hat es nicht, es ist unbegrenzt. Es ist der Ausdruck für Etwas, was wir uns als wirklich gar nicht denken können, so wenig wir die anfang- und endlose Ewigkeit uns zu denken vermögen.

Die Größe der Maßeinheit richtet sich stets nach der Größe des zu messenden Gegenstandes. Unter dem Mikroskop schätzt man noch Tausendtheile einer Linie. Für den gewöhnlichen Hausbedarf dienen Zolle, Fuße oder Ellen als Einheit. Der Bergmann, der Seefahrer, der Land- und Forstwirth, bedürfen schon Meter, Lachter, Faden oder Ruthen. Der Geograph mißt nach Meilen. Der Astronom fängt mit Meilen an, da aber ihre Summen bald zu groß werden, setzt er an ihre Stelle nach einander als Einheiten: Erddurchmesser, Erdbahnhalbmesser (Erd- oder Sonnenweiten), Sternweiten und endlich Lichtwege.

Lassen Sie mich in einer Scala die gegenseitigen Werthe dieser Maßeinheiten durch einige Zahlen ausdrücken. Von selbst versteht es sich wohl, daß die Zahlenwerthe dieser Zusammenstellung — die nichts weniger, als eine Reductionstabelle sein soll — theils mittlere, theils nur ungefähre, abgerundete sind. Fern liegt es dabei, auf die bedauernswerthen Ungleichheiten der einzelnen Staaten Rücksicht zu nehmen.

1. **Eine Linie ist für das unbewaffnete Auge die kleinste Maßeinheit.**
2. **Ein Zoll = 10 Linien.**
3. **Ein Fuß = 12 Zoll = 120 Linien.**
4. **Eine Elle = 2 Fuß = 24 Zoll = 240 Linien.**
5. **Ein Meter = 3 Fuß = 36 Zoll = 360 Linien.**
6. **Ein Faden = 5 Fuß = 60 Zoll = 600 Linien.**
7. **Ein Lachter = 6 Fuß = 72 Zoll = 720 Linien.**
8. **Eine Ruthe = $15^1/_2$ Fuß = 186 Zoll = 1860 Linien.**

9. Eine Meile = 22842 Fuß = 274124 Zoll = 2741240 Linien.
10. Ein Erddurchmesser (am Aequator) = 1713½ Meilen = 39 Millionen Fuß — 4711 Millionen Zoll = 47114 Millionen Linien.
11. Der Erdbahnhalbmesser (mittlere Erdweite) = 12038 Erddurchmesser = 20 Millionen Meilen (etwas mehr) = 472 Billionen Fuß = 5½ Trillionen Zoll = 56 Trillionen Linien.
12. Eine (sogenannte) Sternweite = 200000 Erdweiten = (mehr als) 2 Billionen Erddurchmesser = (über) 4 Trillionen Meilen u. s. w.

Etwas kleiner, aber bestimmter, ist der Weg, den das Licht in einem Jahre zurücklegt, nämlich = 64021 Erdweiten = 1321358 Millionen Meilen. Wir werden aber sehen, daß Mädler, freilich nur aus hypothetischen Gründen, vermuthet, ein Lichtstrahl brauche, um von den Plejaden bis zur Milchstraße zu gelangen, 3648 Jahre.

Zwölfter Brief.

Auf Photometrische Schätzungen begründete Schätzung der Entfernung.

„Sir John Herschel vermuthet nach einer sinnreichen Combination photometrischen Schätzungen, daß Sterne des großen Ringes der Milchstraße, die er im 20füßigen Teleskop aufglimmen sah, wären es neuentstandene leuchtende Weltkörper, an 2000 Jahre gebraucht haben würden, um uns den ersten Lichtstrahl zuzusenden."

Kosmos S. 40.

Die photometrische Schätzung Herschel's, von welcher hier die Rede ist, beruht auf der allerdings sehr wahrscheinlichen Voraussetzung, daß die wirkliche absolute Lichtstärke der Milliarden von Sternen, welche bei starker Vergrößerung in der Milchstraße aufglimmen, und daß überhaupt die wahre Lichtstärke der Sterne nicht allzu ungleich ist. Denn könnte man

annehmen, daß jene kaum noch sichtbaren Weltkörper alle wirklich viel kleiner oder lichtschwächer seien, als die groß erscheinenden (weil wahrscheinlich viel näheren Sterne), so würden diese Schätzungen ihrer Basis beraubt sein. Es ist aber jedenfalls sehr unwahrscheinlich, daß der Lichtunterschied so unzählbar vieler, in der ringförmigen Milchstraße vertheilten Sterne lediglich von ihrer geringen Größe oder Leuchtkraft herrühre. Die Methode von Herschel's Schätzung beruht nun aber auf einer Vergleichung der Lichtstärken, wie sie mit unbewaffnetem Auge und wie sie durch ein Teleskop erscheinen. Sieht z. B. Herschel durch sein Teleskop von bestimmter Vergrößerung einen Stern gerade eben so leuchtend, als einen anderen mit bloßem Auge, so kann er, bei angenommener gleicher absoluter Lichtstärke beider, berechnen, daß der erstere 75mal so weit entfernt ist, als der letztere. Wollte man auf diese Weise nur zwei Sterne mit einander vergleichen, so würde das Resultat ein sehr unsicheres sein, weil der Unterschied zufällig ganz oder größtentheils durch die wahre absolute Lichtstärkenverschiedenheit bedingt sein könnte; vergleicht man aber viele Hunderte oder Tausende von Sternen auf diese Weise, so ist es nicht wahrscheinlich, daß die Differenz bei allen nur auf die ungleiche Größe oder Lichtstärke zu schieben sei, vielmehr muß man dann erwarten, daß sie durchschnittlich von der ungleichen Entfernung herrühre. Durch Vergleichung der unzähligen durch ein starkes Teleskop in der Milchstraße aufglimmenden Sterne mit solchen, deren Entfernung innerhalb gewisser Grenzen bekannt ist, schließt nun aber Herschel, daß die Sterne, welche die Milchstraße bilden, durchschnittlich so weit entfernt sind, daß von ihnen ausgehende Lichtstrahlen 2000 Jahre brauchen, um zur Erde zu gelangen, während dieselben von der Sonne aus nur 8 Minuten bedürfen.

Wenn wir also gegenwärtig die Stellung oder andere Erscheinungen an diesen Sternen beobachten, so sehen wir nicht das, was jetzt ist, sondern das, was vor 2000 Jahren war. Könnten Bewohner jener Sterne durch Vermittelung des Lichtes die Ereignisse auf unserer Erde genau studiren, so würden sie nicht eine Spur von den politischen, socialen und kriegerischen Bewegungen der Gegenwart wahrnehmen, sondern heute etwa

das römische Reich, wie es sich zum dritten punischen Kriege rüstet. — Auf Albions Inseln würde sich kein London, kein Industriepalast zeigen, nirgends ein Schienenweg oder eine dampfende Esse, vielmehr überall ein noch kaum bewohntes Land; und wenn jene Sterne uns einen Spiegel vorhielten, in welchem wir die Vorgänge auf unserer Erde erblickten, so könnten wir darin etwa der Erbauung von Babylon mit eigenen Augen zusehen. So wird die Zeit durch den Raum gleichsam verzerrt.

Dreizehnter Brief.

Ist der Weltraum leer?

„Wenn die Welträume, welche die Gestirne von einander trennen, nicht leer, sondern mit irgend einer Materie gefüllt sind, wie nicht blos die Fortpflanzung des Lichtes, sondern auch eine besondere Art seiner Schwächung, das auf die Umlaufszeit des Enkischen Kometen wirkende widerstehende (hemmende) Mittel, und die Verdunstung zahlreicher und mächtiger Kometenschweife zu beweisen scheinen; so müssen wir aus Vorsicht gleich hier in Erinnerung bringen, daß unter den unbestimmten jetzt gebrauchten Benennungen: Himmelsluft, kosmische (nicht selbst leuchtende) Materie und Weltäther, die letztere, uns aus dem frühesten süd- und west-asiatischen Alterthume überkommen, im Lauf der Jahrhunderte nicht ganz dieselben Ideen bezeichnet hat."

Kosmos S. 42.

Die Gründe für die Existenz eines Weltäthers, welche hier entwickelt sind, setzen zum Theil eine ausgedehntere Kenntniß der Physik voraus, als ich sie bei Ihnen erwarten kann. Erlauben Sie mir deshalb, daß ich Ihnen zu Hülfe komme.

Die Fortpflanzung des Lichtes und der strahlenden Wärme erfolgt nach der in neuester Zeit wiederholt bestätigten Undulationstheorie, ähnlich der des Schalles, durch Schwingungen (Wellenbewegungen), und zwar vermuthet man, daß eben nicht das Licht selbst als ein Körper, als ein materieller Stoff, sich fortbewegt, wie es die Emanationstheorie annahm, sondern daß die Lichtursache nur Etwas (irgend einen vorhandenen Stoff) in dem durchdrungenen Raume in Schwingungen versetzt, welche Schwingungen dann die Erscheinung des Lichtes hervorbringen,

sich als Licht darstellen. Für diese Theorie ist es nun aber durchaus erforderlich, daß im Weltraume überall ein solcher materieller Stoff vorhanden sei, welcher diesen Schwingungen unterworfen werden und sie fortpflanzen kann, denn ohne einen solchen Stoff würde nach der Undulationstheorie die Möglichkeit der Lichtfortpflanzung und folglich auch des Leuchtens der Himmelskörper fehlen.

Wenn man dagegen, der Emanationstheorie folgend, das Licht selbst für einen ausstrahlenden Stoff halten wollte, der sich mit enormer Schnelligkeit durch den Raum bewegt, dann würde doch immer wieder dieser Raum nicht leer, sondern überall mit Lichtsubstanz erfüllt sein, die von der Sonne und allen leuchtenden Himmelskörpern nach allen Seiten hin ausstrahlt.

Wenn nun auch das Licht — sei es Substanz oder nur Bewegung — die Körper zum Theil mit sehr großer Leichtigkeit durchdringt, so wissen wir doch, daß es dabei stets einen kleinen Widerstand erfährt und folglich auch rückwirkend auf die von ihm bewegten Körper einen kleinen Widerstand ausüben muß. Das Licht als unendlich feine Materie gedacht, würde demnach den bewegten Körpern einen unendlich kleinen Widerstand entgegen setzen, und eben so würde es die von ihm bewegte Materie thun, — der sogenannte Weltäther — wenn wir uns das Licht als bloße Bewegung denken.

Also entweder ist im Weltraum eine Substanz, ein sogenannter Aether vorhanden, welcher das Licht fortpflanzt, oder das Licht ist selbst eine unwägbare Substanz.

Elektromagnetische Strömungen sind, wie der Kosmos sagt, im Weltraume, zwischen den Gestirnen zwar wahrscheinlich, aber nicht nachgewiesen, wir brauchen deshalb auf sie hier nicht näher einzugehen. Wohl aber muß eine gewisse Wärme den Weltraum überall durchdringen oder erfüllen, von welcher zum Theil Aehnliches gilt, wie vom Licht.

Die Wärme gehört zu jenen merkwürdigen Erscheinungen, deren äußere Grenzen wir gar nicht kennen, die wir uns sonach nach beiden Extremen (Wärme und Kälte) hin einstweilen unbegrenzt, d. h. unendlich denken müssen, ohne damit irgend eine bestimmte Form des Gedankens bezeichnen zu können. Weder gänzlicher Wärmemangel (absolute Kälte), noch irgend

ein höchster Grad der Wärmesteigerung, über den hinaus keine weitere Steigerung möglich wäre, ist für uns deutlich denkbar, obwohl beide nicht als schlechthin unmöglich bezeichnet werden dürfen.

Unser Fassungskreis, der Umfang unserer deutlichen Vorstellungen, beschränkt sich in dieser Beziehung lediglich auf die Wärmegrade, die in unserer Erfahrung beruhen, die uns für gewöhnlich umgeben. Sie wissen, daß das, was wir Kälte nennen, nur ein uns unangenehm berührender Wärmegrad ist, der aber dennoch alle Eigenthümlichkeiten der Wärme, dieser noch sehr räthselhaften Materie oder Eigenschaft, besitzt. In keinem Falle können wir uns den Weltraum ganz wärmefrei (absolut kalt) denken, und so sind wir denn auch hierdurch genöthigt, im Weltraum entweder Wärme als Substanz, oder aber irgend ein Medium (einen Stoff) vorauszusetzen, welches durch seine Schwingungen die Erscheinungen der Wärme entwickelt oder fortpflanzt.

Ob die Temperatur des Weltraumes nach Fourrier's Annahme ungefähr — 60° sei, das ist, wie v. Humboldt bemerkt, sehr unsicher, sie kann jedenfalls niedriger, nur nicht wohl höher sein. Ob sie aber überall im Weltraum gleich sei? ist eine andere Frage, die sich nicht direct beantworten läßt. Poisson nahm große Ungleichheiten der Temperatur des Weltraumes an, und suchte dadurch die Temperatur des Erdinnern zu erklären, indem er voraussetzte, unser Sonnensystem habe einst eine Strecke durch eine sehr heiße Region des Weltraumes zurückgelegt und davon sei die Innenwärme der Erde nur noch ein Ueberrest. Ich werde auf diese Hypothese im nächsten Briefe ausführlicher zurückkommen.

„Es bleibt uns übrig, noch zwei Betrachtungen über das Dasein eines den Weltraum füllenden Fluidums zu entwickeln, von denen die eine, schwächer begründete, auf eine beschränkte Durchsichtigkeit des Weltraumes; die andere, auf unmittelbare Beobachtung gestützt und numerische Resultate liefernd, sich auf die regelmäßig verkürzte Umlaufszeit des Enkischen Kometen bezieht.“ Die Vermuthung der beschränkten, nicht vollkommenen Durchsichtigkeit des Weltraumes gründet sich darauf, daß bei der Endlosigkeit desselben, und bei der schon deshalb vorauszu-

setzenden Unendlichkeit der Zahl leuchtender Sterne, nothwendig von jedem Gesichtspunkte aus, in jeder Richtung ein Stern oder vielmehr eine unbeschränkte Zahl derselben liegen muß. Bei vollkommener, d. h. absoluter Durchsichtigkeit des Weltraumes müßte daher auch überall Sternenlicht sichtbar sein, und Herschel's Bemerkungen dagegen sind, wenn auch wichtig, in der That nicht erschöpfend, denn die völlig dunkele Umgebung auch der Sterne schwächster Leuchtkraft kann ebensowohl, als durch Sternenmangel, durch sehr große Abstände der nächsten Sterngruppen erklärt werden, sobald man überhaupt eine nicht absolute Durchsichtigkeit des Raumes annimmt. Diese finsteren Räume des Himmels bilden daher nur einen negativen Grund gegen die Unendlichkeit der Sternenzahl, der immer wieder durch einen lichtschwächenden Weltäther erklärt werden kann. Wo, wie beim Weltraum, eine Grenze überhaupt nicht denkbar ist, da ist auch keine Grenze für die Größe der Abstände gegeben. Ein absolut leerer Raum könnte das Licht entweder überhaupt nicht durchlassen oder nicht schwächen; wird es also geschwächt und durch sehr große Entfernung bis zur Unsichtbarkeit geschwächt, so kann der Weltraum nicht leer, sondern er muß mit irgend einer Substanz erfüllt sein, und zwar mit einer anderen, als Licht, wenn dieses etwa selbst eine Substanz sein sollte.

Der sicherste Beweis für eine den Weltraum erfüllende Substanz bleibt indessen jedenfalls die Störung der Kometenläufe durch den kleinen Widerstand, den sie überall auf ihrem Wege durch den Weltraum finden, und ganz unabhängig von den Störungen, die sie durch die Einwirkung anderer Himmelskörper erleiden. Welcher Art aber diese Substanz, dieser sogenannte Weltäther, der Licht und Wärme leitet und Kometen hemmt, sein könne, das wissen wir gar nicht, darüber sind bis jetzt nicht einmal Vermuthungen zulässig. Weltäther ist darum nur eine Benennung für etwas, was wir gar nicht näher kennen und nur aus gewissen Wirkungen als vorhanden vermuthen.

Der Weltäther kann jedenfalls keine gewöhnliche, keine wägbare (körperliche) Substanz sein. Die Eigenschaft aller Körper, welche wir Schwere nennen, muß ihm abgehen. Besäße er sie, so würde er sich nothwendig als eine Art Atmosphäre um die ihn durcheilenden Weltkörper concentriren und dann mit

ihnen als äußerste Hülle sich fortbewegen. Dagegen aber sprechen alle Erscheinungen, welche mit dem angenommenen Weltäther in Beziehung stehen. Es ist eine eigene Sache mit den sogenannten Imponderabilien, zu denen man früher nebst Elektricität und Magnetismus auch Licht und Wärme rechnete. Ihre substanzielle Existenz schwindet mehr und mehr, je genauer wir sie kennen lernen. Mit dem Beweis der Undulationstheorie ist das Licht aus der Reihe der unwägbaren Substanzen in die der Bewegungen oder Erscheinungen durch Bewegung eingetreten. Aehnliches kann auch die anderen alten Imponderabilien treffen. Dann aber bedürfen wir um so mehr zur Erklärung der Erscheinungen einer einstweilen noch hypothetischen unwägbaren Substanz wie die des Aethers. Diese Substanz muß Alles durchdringen, um als Fortpflanzungsmedium für jene Erscheinungen dienen zu können. Wäre der luftleere Raum absolut leer, so könnte er nach der Undulationstheorie kein Licht durchlassen. Da er aber dennoch das Licht durchläßt, so müssen wir einstweilen und bis sich eine andere Erklärung findet, die Anwesenheit jenes mysteriösen Aethers in demselben annehmen. Es ist eine Annahme zu Erklärung bestimmter Erscheinungen, die man, obwohl an sich noch unbestimmt, dennoch mit einem bestimmten Namen bezeichnet, ähnlich, wie man die Ursache gewisser Erscheinungen des organischen Lebens Geist oder Seele nennt.

S. 52 regt der Kosmos noch die höchst wichtige Frage an, ob unsere Erde oder die Atmosphäre derselben zuweilen neue substanzielle Zuflüsse aus dem Weltraum erhalte. Daß dies rücksichtlich der Meteorsteine höchst wahrscheinlich ist, haben wir früher gesehen. Aber auch gasförmige Substanzen könnten dem Luftkreis zugeführt werden, ohne daß dies sogleich und leicht beobachtbar wäre. Daß man zuweilen versucht hat, besondere atmosphärische Zustände und indirect selbst endemische Krankheiten dadurch zu erklären, wird Ihnen bekannt sein. Irgend ein Nachweis darüber liegt indessen nicht vor.

Der unermeßliche Weltraum, gegen welchen die Gesammtmasse aller geballten Himmelskörper als verschwindend klein erscheint, fordert auch noch zu anderen Betrachtungen auf, indem wir Menschen gewohnt sind, Alles in Beziehung auf uns und

unsere sinnliche Wahrnehmung zu bringen. Welchen Eindruck würde der in den bodenlosen Raum hinaus Verstoßene empfangen, vorausgesetzt, ein menschliches Wesen könnte dort existiren und empfinden! Aus dem Bereich vorherrschender Anziehung eines einzelnen Himmelskörpers hinausgerückt, würde er zunächst beinahe jedes Gefühles für Schwere, für oben und unten entbehren; die vielseitige Attraction entfernter Sonnen würde unserer ungeübten Empfindung unbemerkbar sein; Licht- und Wärmewellen kaum wahrnehmbar, aber allseitig, würden uns umwogen; das vernichtendste Gefühl indessen müßte die absolute Einsamkeit hervorrufen und die lautlose Stille, die im Weltraum zu herrschen scheint. Die Weltkörper fliegen, eilen lautlos durch den Raum; da ist kein Rollen vernehmbar, keine Harmonie der Sphären, kein Ton erschütterter Luft, wie noch Tycho de Brahe im pythagorischen Sinne vermuthete. Nicht der geringste Umstand spricht dafür, daß der Weltraum von Schallwellen durcheilt wird. Ihre Verbreitung ist schon auf unserer Erde eine verhältnißmäßig beschränkte und um so größer und schneller, je dichter das Material, welches sie fortpflanzt, schneller und größer in der festen Erdkruste als in der Atmosphäre. In dem feinen Medium, welches möglicher Weise als Weltäther den Raum erfüllt, ist ihre weite Ausbreitung nicht denkbar. Das eigene Wort würde unhörbar sein, die Stille eine absolute.

Ich habe Sie da für einen Augenblick weit hinausgelockt in einen unbekannten Raum, und habe versucht, Ihnen zu zeigen, was ich selbst nicht kenne. Ich that das nicht ohne Absicht, vielmehr um Ihnen zu zeigen, wie ungemein schwer es ist, sich gänzlich aus den uns umgebenden Zuständen heraus zu denken. So oft man es versuchen mag, stets werden sich Begriffe zudrängen, die durchaus nur den Zuständen angehören, in denen wir leben. Sich in diesem Sinne ganz objectiv zu halten, ist äußerst schwierig. Wie fest sind wir nicht verwachsen mit den Begriffen von Oben und Unten, von Fallen oder Steigen. Was haben sie aber für einen Sinn im unendlichen Weltraum? — Gar keinen. Wäre im leeren Weltraum nur ein Himmelskörper vorhanden und Sie hätten die Macht, ihn zu bewegen, so würde er genau da bleiben, wo Sie ihn, ohne ihm irgend einen Anstoß nach einer Seite zu geben, hinstellen. Es ist gar keine

Ursache für den Körper vorhanden, daß er sich bewege. Von einem Fallen kann nicht die Rede sein; es giebt für ihn kein Oben und Unten, nichts, was ihn anzieht. Geben Sie dem Körper aber nur den kleinsten Stoß, so wird er sich mit der Schnelligkeit, in die Sie ihn versetzen, ewig nach der Richtung fortbewegen, nach der Sie ihn gestoßen haben. Schaffen Sie aber irgendwo im Weltraume einen zweiten Himmelskörper, sogleich werden sich beide einander anziehen, und um so stärker, je mehr sie sich einander nähern. Sie werden geradlinig aufeinander zueilen und endlich aufeinander stürzen; ist das geschehen, so ist kein Grund mehr zu ihrer Bewegung vorhanden, denn wenn auch vielleicht beide ungleich groß waren, so wird sich dennoch ihre Bewegung durch den Zusammenstoß völlig ausgleichen und aufheben, da der kleinere jedenfalls um so viel schneller heran eilte, als die Masse des größeren die seinige überwog. Ihre Bewegung war ja durchaus nur eine gegenseitig bedingte.

Warum, werden Sie nun vielleicht fragen, stürzen nicht alle Himmelskörper auf diese Weise zu einer großen Masse zusammen? Diese Frage kann ich Ihnen freilich nicht befriedigend beantworten; ich kann nur sagen, daß man aus ihren Bewegungen, so weit dieselben bekannt sind, schließen muß, sie sind durch irgend eine äußere, nicht weiter bekannte Kraft in Bewegung versetzt worden, welche, verbunden mit der fortdauernden Wirkung gegenseitiger Anziehung, ein vielfach modificirtes gegenseitiges Umkreisen hervorbringt. — Könnten Sie ein Pendel im luftleeren Raum und ohne alle Friction am Aufhängungspunkte schwingen lassen, so würde es, einmal in Bewegung gesetzt, gleich den einmal fortgestoßenen Weltkörpern, ewig fortschwingen, als ein wahres perpetuum mobile. Dieser erste Anstoß ist nun aber um so unbegreiflicher, als es scheint, es müsse derselbe gewissermaßen für jeden einzelnen Körper oder wenigstens für jedes System von Körpern ein besonderer gewesen sein. Wir können bis jetzt nur über die Bewegungsverhältnisse unseres Sonnensystems sicher urtheilen. In diesem aber durfte die, die gegenseitige Anziehung modificirende Fortbewegung nie gerade auf die Sonne zu oder gerade von ihr ab gerichtet, auch mußte sie durchschnittlich eine langsamere sein, für die äußeren Planeten,

als für die inneren, sonst würden jene bei der Sonne gleichsam vorbeifliegen, diese hingegen darauf zu stürzen. Innerhalb gewisser Grenzen regulirt sich zwar diese Bewegung selbst, d. h. die Stärke und Richtung des Anstoßes bestimmt die Größe der Umlaufsbahn; über diese Grenze hinaus ist das jedoch nicht mehr der Fall. Nun können wir allerdings nicht wissen, ob nicht eine Anzahl von ursprünglich planetarischen Himmelskörpern längst jenem Schicksal erlegen ist, der Art, daß nur die übrig blieben, deren Bewegung jene Grenzen nicht überschritt. Jedenfalls ist aber der erste Anstoß aller rotatorischen Bewegung für uns gleich unerklärbar, wie die erste Entstehung aller Dinge. Es ist eines jener Momente, wo der Forscher vor einer unbegreiflichen Ursache steht, vor dem Grenzpfeiler des Erkennens, über welchen nur der Glaube an einen Schöpfer sich hinauswagt.

Vierzehnter Brief.

Poisson's Hypothese.

„Zu den vielen Gründen der Unsicherheit eines numerischen Resultats für den thermischen Zustand des Weltraums gehört auch der, daß man bisher nicht vermag das Mittel aus den Temperaturangaben der Eispole beider Hemisphären zu ziehen, da wir mit der Meteorologie des Südpols, welche die mittleren Jahres-Temperaturen entscheiden soll, noch so wenig bekannt sind. Die Behauptung Poissons, daß wegen der ungleichen Vertheilung der wärmestrahlenden Sterne die verschiedenen Regionen des Weltraums eine sehr verschiedene Temperatur haben und daß der Erdkörper während der Bewegung des ganzen Sonnensystems, warme und kalte Regionen durchwandernd, von außen seine innere Wärme erhalten habe, hat für mich eine sehr geringe physikalische Wahrscheinlichkeit.“
Kosmos S. 47.

Poisson's Hypothese über die ungleichen Temperaturzustände der einzelnen Regionen des Weltraumes, welche unser Sonnensystem durchläuft, ging ursprünglich hervor aus einem Versuch, die hohe Temperatur des Erdinnern zu erklären. Poisson hielt ein sogenanntes Centralfeuer, welches damals von vielen Geologen angenommen wurde, für undenkbar, namentlich auch deshalb, weil in jener Zeit behauptet wurde, die Tempe-

ratur der Erde nehme von der Oberfläche bis zum Mittelpunkte constant zu. Seitdem haben sich die Ansichten hierüber wesentlich geläutert; man denkt nicht mehr daran, auch in dem flüssigen Erdinnern noch eine solche Temperaturzunahme vorauszusetzen. Ist das Erdinnere flüssig, so kann in der That eine solche Zunahme gar nicht dauernd bestehen, da in jeder Flüssigkeit die local ungleichen Temperaturen sich sehr bald durch Strömungen ausgleichen, weit schneller, als in einem festen Körper. Der gegenwärtige Zustand dieser geologischen Hypothese würde demnach Poisson wahrscheinlich gar nicht veranlaßt haben, seine weit gewagtere Vermuthung aufzustellen. Auch er nahm einen einst heißflüssigen Zustand des Erdkörpers an, aber er stellte aller Analogie, wie uns solche z. B. die Lavaströme darbieten, entgegen, die Ansicht auf, daß die Erstarrung nicht von der Oberfläche ausgegangen sei, sondern vom Centrum, weil die erkalteten Theile stets in die Tiefe gesunken seien und der außerordentliche Druck auf die innersten Massen diese weit früher zur Erstarrung habe disponiren müssen. Wenn die Erde auf diese Weise von innen nach außen erstarrte (schließt Poisson weiter), so konnte und mußte sich nach ihrer völligen Erstarrung ihre ursprüngliche Wärme verloren haben, und die gegenwärtige Temperaturzunahme im Erdinnern muß dann durch ganz andere Ursachen erklärt werden. Unser Sonnensystem und mit ihm die Erde bewegt sich im Laufe der Zeiten durch verschiedene Regionen des Weltraumes. Diese verschiedenen Regionen (sagt Poisson) haben wahrscheinlich sehr verschiedene Temperaturen, und wie alle Körper des Sonnensystems, so war natürlich auch die Erde diesen Temperaturwechseln unterworfen. Nehmen wir nun an, daß die Erde vor der gegenwärtigen Periode viele Jahrtausende lang durch sehr heiße Regionen gewandert sei, so werden dadurch die inneren Wärmeverhältnisse unseres Planeten sogleich erklärt. Um dies deutlicher zu machen, wollen wir uns vorstellen, eine sehr große Felsmasse werde aus den Aequatorialregionen plötzlich und zwar im Winter in unser Klima versetzt. Da unter dem Aequator die mittlere Wärme der Erdoberfläche 28° Cent. beträgt, so ist dieser Felsen in seiner ganzen Masse bis auf diese Temperatur erwärmt, er wird daher, in unserer Wintertemperatur angelangt, von der Oberfläche aus abkühlen und folglich sehr bald

die Erscheinung einer von außen nach innen zunehmenden Temperatur, ähnlich wie die Erde, an sich wahrnehmen lassen. Unsere Erde befindet sich nun nach Poisson gegenwärtig in diesem Falle. Sie ist eine Masse, welche aus einer sehr heißen Region des Weltraumes in eine andere Region gelangte, wo eine viel niedrigere Temperatur herrscht. Eine so große Masse mit so geringem Wärmeleitungsvermögen kann nicht sogleich durch und durch, sondern nur sehr allmälig von der Oberfläche nach Innen die Temperatur derjenigen Weltregion annehmen, welche sie gerade durchläuft. Jetzt erscheint uns deshalb ihre Temperatur mit der Tiefe zunehmend, weil sie, durch eine verhältnißmäßig kalte Region des Weltraumes dahin fliegend, von der Oberfläche weg erkaltet ist, im Inneren aber noch einen großen Vorrath jener Wärme enthält, welche sie bei ihrer früheren Durchwanderung einer heißen Region des Weltraumes aufgenommen hatte.

Zu anderen Zeiten kann einst gerade das Gegentheil eintreten, und wenn sie z. B. nach vielen Jahrtausenden bis zu großer Tiefe abgekühlt sein wird und dann abermals in eine wärmere Region des Weltraumes gelangt, so werden die dann lebenden Physiker vielleicht mit demselben Erstaunen eine Abnahme der Temperatur in den Tiefen der Erde beobachten, wie wir gegenwärtig eine Zunahme derselben erkennen.

Es ist nicht zu leugnen, daß dieser Hypothese eine großartige Weltanschauung zu Grunde liegt, und daß sie im Falle ihrer Richtigkeit von außerordentlichem Einflusse auf die gesammte Kosmologie und Geologie sein würde. Erweisbar ist sie jedoch in keiner Art, vielmehr beruht sie selbst wieder lediglich auf einigen unerweisbaren Annahmen, namentlich der ungleichen Wärmevertheilung im Weltraum, für welche sich durchaus kein haltbarer Grund einsehen läßt. Poisson's Annahme, daß diese ungleiche Temperatur des Weltraumes von ungleicher Anhäufung wärmestrahlender Sterne herrühren könne, ist durch Faye als unhaltbar nachgewiesen worden, wie denn überhaupt dieser Astronom gezeigt hat, daß diese ganze Hypothese nichts Anderes sei, als „etwas Dunkles durch etwas noch Dunkleres erklären wollen.“ Mit unserem bisherigen geologischen Wissen steht Poisson's Hypothese sogar geradezu in Widerspruch. Allerdings würden sich durch dieselbe die früher anderen Wärme-

verhältnisse des Erdkörpers erklären lassen, welche sich auch aus geologischen Forschungen ergeben. Aber die aus den Versteinerungen erkannte Reihenfolge der organischen Schöpfungen des Erdkörpers spricht keineswegs für ein mehrfaches Auf- und Abschwanken der Temperaturverhältnisse, wie man es bei wechselnder Wärme des Weltraumes voraussetzen müßte, und ebenso deutet die innere Architektur der festen Erdkruste vielmehr sehr deutlich auf eine Erstarrung von Außen nach Innen, nicht, wie Poisson annimmt, von Innen nach Außen, während alle Erscheinungen der vulkanischen Thätigkeit durchaus am einfachsten durch die Annahme eines noch jetzt heißflüssigen Erdinnern erklärt werden. Daher kommt es denn, daß Poisson's Hypothese weder bei den Physikern, noch bei den Geologen Anklang gefunden hat und finden wird.

Funfzehnter Brief.

Die Fortschritte der Naturwissenschaften.

„Dem Auge, Organ der Weltanschauung, ist erst seit drittehalb Jahrhunderten durch künstliche, teleskopische Steigerung seiner Sehkraft das großartigste Hülfsmittel zur Kenntniß des Inhalts der Welträume, zur Erforschung der Gestaltung, physischen Beschaffenheit und Massen der Planeten sammt ihren Monden geworden: Das erste Fernrohr wurde 1608, sieben Jahre nach dem Tode des großen Beobachters Tycho, construirt.“ Kosmos S. 60.

Man weiß kaum, was man mehr bewundern soll, die Weltgestaltung, welche sich unseren Blicken durch das Fernrohr eröffnet, oder die Erfindungskraft des menschlichen Geistes, welche diesen Schlüssel des Himmels construirte. Drückt uns die erstere durch ihre Unermeßlichkeit zu Boden, so richtet uns die letztere, als näher liegend und verständlicher, als Werk des Menschen, einigermaßen wieder empor.

Die 242 Jahre seit der Erfindung des Fernrohres sind ungemein reich an solchen Blüthen und Früchten menschlichen Scharfsinns, sie überwiegen darin bei Weitem mehr als 2000 vorhergehende Jahre.

„Der Uebergang des natürlichen zum teleskopischen Sehen, welcher das erste Zehntheil des siebzehnten Jahrhunderts bezeichnet und für die Astronomie (die Kenntniß des Weltraumes) noch wichtiger wurde, als es für die Kenntniß der irdischen Räume das Jahr 1492 gewesen war, hat nicht blos den Blick in die Schöpfung endlos erweitert; er hat auch, neben der Bereicherung des menschlichen Ideenkreises, durch Darlegung neuer und verwickelter Probleme das mathematische Wissen zu einem bisher nie erreichten Glanze erhoben. So wirkt die Stärkung sinnlicher Organe auf die Gedankenwelt, auf die Stärkung intellectueller Kraft, auf die Veredlung der Menschheit."

Dem Fernrohr schließt sich innigst das Mikroskop an. Während jenes den Himmel öffnend die größten, macht dieses die kleinsten Körper des Kosmos unserer Forschung zugänglich.

Die Entdeckung des Blutumlaufes, der Elektricitätsgesetze und des Galvanismus mit allen ihren Folgen bis herab zu dem telegraphischen Draht im Dienst der Politik und des Handels, und der erst jetzt durch Page erfundenen Anwendung zur Maschinenbewegung; der Blitzableiter, das Thermometer, Barometer und die Luftpumpe, das Sprachrohr, das Spiegelteleskop, die Lithographie, die Schienenwege, die überall dienstwillige Dampfkraft, wie die ähnliche des Chloroforms, der noch ungebändigte Luftballon, die Beleuchtung mit Gas, die treu copirende Daguerreotypie und Photographie, die Galvanoplastik, die Vervollkommnung der tödtlichen Waffen durch Percussion, Schießwolle und Zündnadel, die Pockenimpfung, die Betäubung des Nervensystems durch Aether und Chloroform; die Benutzung von Collodium, Kautschuck und Gutta-Percha bis herab zum verachteten Zündholz: — es sind sämmtlich Entdeckungen und Erfindungen der Neuzeit und ihnen schließen sich unzählige andere an, die in letzter Periode des Friedens eine die andere gedrängt haben.

Wohin kann es führen, wenn die nächsten Jahrhunderte in eben so steigender Progression Erfindung auf Erfindung häufen und das Naturwissen fördern, als die letztvergangenen? Giebt es dafür einen natürlichen Stillstand durch Erschöpfung der Kräfte, oder nur eine wachsende Progression, jemehr die Erkenntniß in die Massen eindringt? — Ist es erlaubt, einen kühnen Blick in die Zukunft des Wissens und der Erfindungen zu wa-

gen? — Wird man die lichtbrechendste Substanz, den reinen Kohlenstoff, als edlen Diamant, künstlich und in beliebiger Größe darstellen lernen, so daß durch seine Anwendung die Vergrößerungskraft der Fernröhre um das Zwei- bis Dreifache geschärft zu werden vermag? Wird man dann, was jetzt noch als matt leuchtender Weltnebel erscheint, in kreisende Sonnenhaufen lösen? in den dunklen Kohlensäcken des südlichen Himmels neue Lichtbilder oder Sterne bis zu 30ter Größe entdecken? Wird man den Durchmesser des Sirius deutlich sehen, die Zone der Asteroiden unterscheiden, die Substanz der Kometen genauer erkennen, und mit Hülfe neuer Winkelapparate Tausendtheile einer Secunde ablesen? Wird man die Monaden als Riesen unter einer Zwergwelt noch kleinerer Organismen erblicken? Wird man die wahren Grundstoffe der Körperwelt erkennen? — Wird man in den einzelnen Regionen des menschlichen Hirnes bestimmte Unterschiede der Textur oder Zusammensetzung auffinden, je nach der Verschiedenheit ihrer Function? Wird man die wahre Ursache der Krankheiten entdecken und ihre rationellen Heilmittel zu bestimmen vermögen? Wird man die Bedingungen finden, unter welchen Pflanzen und Thiere entstehen? Wird man den Zusammenhang des Erdmagnetismus mit den Wärmezuständen der Erde oder mit anderen Beziehungen sicher nachweisen, den animalischen Magnetismus in das Bereich wissenschaftlicher Erkenntniß bringen? Wird der galvanische Strom den Dampf verdrängen? Werden dem Luftballon sichere Schwingen wachsen? — Das Alles sind Fragen, wie sich deren zu Hunderten hervordrängen, sobald man einmal den sicheren Boden der Gegenwart verläßt, um einen Blick in die Zukunft menschlicher Erkenntniß zu wagen. Und noch eine andere trübselige Frage mischt sich dazwischen: — Wird das alte Europa — jetzt noch der Brennpunkt der Intelligenz — diesen hervorragenden Rang für alle Zeit behaupten? oder hat es seinen Culminationspunkt erreicht, ist der Widerspruch des Wissens und der moralischen Zustände zum Extrem gesteigert? Werden die Völker Europas in Apathie versinken oder von barbarischen Horden überfluthet werden? Sollen die Trümmer ihres Glanzes und ihres Wissens in Schutt zerfallen, so daß sie nach Jahrtausenden ausgrabbar sind, wie Ninive oder Babel und wie die versteinerten

Thierreste früherer Erdperioden? Und wird, wenn es so kommt, die menschliche Cultur und Intelligenz ihren Weg über den atlantischen Strom vollendet haben? Wer antwortet darauf? — Nur die Zeit. Es sind für den Augenblick vergebliche, fruchtlose Fragen; versuchen wir lieber in einem flüchtigen Ueberblick Einiges zusammenzufassen, was bis jetzt als naturgesetzlich erkannt worden ist, denn nur zu oft werden Sie von Naturgesetzen reden hören, ohne daß ein bestimmter Begriff damit verbunden ist, dunkle Ahnungen, vereinzelte Erfahrungen werden nur zu häufig mit erkannten Naturgesetzen verwechselt, deren Zahl oder Umfang in der That noch nicht sehr groß ist.

Naturgesetzlich dürfen wir streng genommen nur das nennen, was der mathematischen Behandlung fähig ist. Viele der sogenannten einzelnen Naturgesetze oder Kräfte sind nichts Anderes, als mathematische Folgerungen aus anderen, so die beschleunigte Geschwindigkeit fallender Körper, das, was man fälschlich Centrifugalkraft genannt hat u. s. w. Andere sind nur allgemeine Erfahrungssätze ohne sicheren Werth.

Wenn überhaupt die Gesetze der Natur von ungleichem Werth und ungleicher Wichtigkeit sein können, so müssen wir das der Gravitation unbedingt an die Spitze stellen; ihr unterliegt Alles, was körperlich ist, der Fixstern wie das Sonnenstäubchen, sie ist die allgemeine Anziehung aller materiellen Theile, sie bedingt die Schnelligkeit des fallenden Steines, der Schwingung des Pendels, den ebenen Spiegel und den Lauf der Gewässer, das Steigen des Luftballons, die Schwankung des Barometers, die parabolischen Bogen der Bombe, die Bahnen der Gestirne, die Gestalt des Wassertropfens wie die der Himmelskörper. Unmittelbar damit in Verbindung steht das Gesetz der Ruhe und Bewegung, ja es ist die Bewegung großentheils nur eine Wirkung der Schwere nach bestimmten Gesetzen, oder vielmehr das Gesetz der Beharrung und Bewegung ist nur ein mathematischer Ausdruck für bestimmte Wirkungen der Gravitation. Die factischen Bewegungen im Weltraum scheinen alle periodische, weil relativ kreisende zu sein, diese Periodicität (selbst nur eine Folge besonderer Bewegung) ist der Ursprung aller Zeiteintheilung, und sie beherrscht in gewissem Grade alle Erscheinungen und Aenderungen der Natur, von den

größten bis zu den kleinsten. Was wir Zeit nennen, ist nur wahrnehmbar durch materielle Aenderungen, durch Bewegungen, und eintheilbar durch Perioden dieser Vorgänge.

Im Wesen der Gravitation nahe verwandt sind Magnetismus und Diamagnetismus, ersterer eine polare Anziehung und Abstoßung bestimmter Körper, letzterer noch nicht genau erkannte Wirkung der Magnetpole auf alle verschiedenen Stoffe. Wir wissen, daß eine innige Wechselbeziehung besteht zwischen Magnetismus, Galvanismus und Elektricität, ohne jedoch schon vollständig den inneren Zusammenhang dieser Erscheinungen nachweisen zu können. Dagegen sind die Arten der Erzeugung, der Leitung und der Einwirkung des galvanischen und elektrischen Stromes in ihrer Gesetzmäßigkeit größtentheils erkannt und berechenbar; ebenso, wie man für die meisten Grundstoffe die Grade ihrer gegenseitigen chemischen Verwandtschaft und die bestimmten Verhältnisse kennt, unter denen sie sich mit einander verbinden, wodurch die Chemie als Stöchiometrie in die Reihe der Wissenschaften eingetreten ist, welche eine mathematische Behandlung gestatten; selbst das sogenannte Atomengewicht der Einzelstoffe ist ermittelt worden, worunter man das relative Gewicht der kleinsten Stofftheilchen versteht, woraus man sich nach der atomistischen Hypothese alle Körper zusammengesetzt denkt. Für den Schall das Licht und die Wärme sind die Gesetze der Fortbewegung durch gleiche und ungleiche Mittel, sowie die der Zurückwerfung (Refraction) erkannt; dazu hat man die Schwingungslängen der einzelnen Töne und Farben, die Brechungswerthe der letzteren, aus denen das weiße Licht besteht, der Rechnung unterworfen; die ungleiche Wärmeaufnahme- und Leitungsfähigkeit der Körper, sowie ihre Ausdehnung durch Wärme vielfach ermittelt. Die Bewegungsformen der Flüssigkeiten, die Elasticität fester, flüssiger und luftförmiger Körper sind durch viele bestimmte Zahlenwerthe ausgedrückt. Die regelmäßige Gestaltung der unorganischen Körper ist krystallographisch festgestellt und dem genauesten Calcül unterwerfbar.

In dem Gebiet der Geologie ist bis jetzt noch äußerst wenig naturgesetzlich erkannt und dadurch berechenbar; die meisten Sätze dieser Lehre beruhen nur auf Beobachtung, Analogie-

schlüssen und der Anwendung anderer Wissenszweige auf die Bildung der Erde.

Am wenigsten zugänglich ist aber solcher mathematischer Behandlung zur Zeit noch das organische Leben; seine Formen und ihre Functionen sind zum Theil noch ganz unerklärt, doch schreitet auch auf diesem Gebiet die mathematische Erforschung rasch vorwärts. Die Processe der Ernährung und Athmung sind bereits auf chemische Gesetze zurückgeführt, und vielen anderen naht sich der unaufhaltsame Schritt der Forschung.

Sie werden aus diesen Beispielen wie gesagt erkennen, daß in der Naturwissenschaft nur das als gesetzmäßig anerkannt ist, was der mathematischen Behandlung, der Rechnung unterwerfbar ist. Alles Andere ist nur durch vorläufige Beobachtungen oder Abschätzungen gefunden, aber noch nicht als naturgesetzlich festgestellt. Sie werden vielleicht zuweilen die Aeußerung gehört haben, daß viele sogenannte Naturgesetze nicht vollkommen wahr seien, daß die Resultate der Berechnung und der Beobachtung in kleinen Grenzen von einander abweichen. Sie können aber überzeugt sein, daß in allen den Fällen, wo das der Fall ist, entweder die Beobachtung kleine Fehler gemacht hat oder bei der Rechnung gewisse ebenfalls naturgesetzliche Nebeneinwirkungen übersehen sind, oder aber, daß das, was man für ein Naturgesetz hielt, in der That keines ist.

Die schärfste Uebereinstimmung zwischen Berechnung und Beobachtung ist zur Zeit in der Astronomie erreichbar, aber auch da keine vollkommene, weil jede einzelne Beobachtung kleinen Fehlern ausgesetzt ist, die nur durch zahlreiche Wiederholung ausgeglichen werden können. Sie finden darüber Weiteres in meinem 23. Briefe. Die Astronomie liefert uns in den Kepler'schen Gesetzen Beispiele für den Fall allgemeiner Richtigkeit bei kleinen Abweichungen, hervorgerufen dadurch, daß Anfangs noch nicht alle einwirkenden Umstände berücksichtigt wurden. So das allgemeine Gesetz: die Planeten bewegen sich in Ellipsen um die Sonne. Es sind selbst in Beziehung zur Sonne allein keine wirklichen Ellipsen, weil der Schwerpunkt des Sonnensystems durch die Constellation der Planeten etwas verändert, zuweilen sogar aus dem Sonnenkörper herausgerückt wird. Berücksichtigt man alle diese ebenso naturgesetzlichen Störungen der

einfachsten Form, so ist das Gesetz vollkommen richtig. Die Bahnen sind danach berechenbar.

Sechszehnter Brief.

Verschiedene Lichtarten.

„Licht, aus welcher Quelle es kommen mag: aus der Sonne, als Sonnenlicht, oder von den Planeten reflectirt, aus den Fixsternen, aus faulem Holze, oder als Product der Lebensthätigkeit der Leuchtwürmer; zeigt dieselben Brechungs-Verhältnisse. Aber die prismatischen Farbenbilder (Spectra) aus verschiedenen Lichtquellen (aus der Sonne und Fixsternen) zeigen eine Verschiedenheit der Lage in den dunkeln Linien (*raies du spectre*), welche Wollaston 1808 zuerst entdeckt, und deren Lage Fraunhofer 12 Jahre später mit so großer Genauigkeit bestimmt hat.“ Kosmos S. 62.

Sie wissen, daß jeder Lichtstrahl, der durch ein keilförmig zugeschliffenes Glas, gewöhnlich ein dreiseitiges Prisma, geleitet wird, sich dahinter in die Farben des Regenbogens spaltet, und daß man diesen Vorgang als eine Analyse des weißen Lichtes in einzelne, dasselbe zusammensetzende Farbenstrahlen betrachtet, deren jeder ein etwas anderes Brechungsvermögen besitzt, d. h.: beim nicht rechtwinkligen Eindringen in die Oberfläche eines durchsichtigen Körpers von anderem Lichtbrechungsvermögen (wie z. B. aus Glas in Luft) etwas anders aus seiner früheren Richtung abgelenkt wird, als die übrigen Strahlen. Diese ungleichen Brechungswerthe der einzelnen Farbenstrahlen sind die Ursache des sogenannten Farbenspectrums wie des Regenbogens. Durch Sammlung aller Farbenstrahlen des Sonnenspectrums im Brennpunkt eines Hohlspiegels oder einer Glaslinse (Brennglas) verschmelzen alle diese Farbenstrahlen wieder zu weißem Licht, so daß also hier Analyse und Synthese (Zerlegung und Zusammensetzung) trefflich übereinstimmen. Man sondert das weiße Licht in einzelne Farben und bringt durch deren Vereinigung wieder weißes Licht hervor. Die einzelnen Farbenstrahlen zeigen dabei ungleiche Wärmewirkungen und ungleiche chemische Wirkungen. Ja man kann über die Grenzen des sichtbaren Spectrums hinaus noch ähnliche Wirkungen beobachten, welche durch sogenannte dunkle Strahlen hervorgebracht werden.

In dem Farbenfeld, dem sogenannten Spectrum, zeigen sich nun bei genauer vergrößerter Betrachtung desselben eine große Zahl dunkler Linien in den einzelnen Farben, welche man als lichtfreie Lücken betrachtet, hervorgebracht dadurch, daß die Brechungswerthe der einzelnen Farbenstrahlen nicht unmittelbar an einander grenzen, so daß also das weiße Licht gleichsam besenförmig in lauter einzelne, etwas von einander abgesonderte Farbenstrahlen zerspalten zu sein scheint.

Die Zahl und die Vertheilung (Lage) dieser dunklen Linien des Spectrums, welche neuerlich durch Sir David Brewster sehr gründlich untersucht und ungemein vermehrt worden sind, ist nun eben ungleich bei den einzelnen Lichtarten. Anders beim Sonnenlicht, als bei dem des Sirius oder der Capella u. s. w., anders wieder beim Licht des elektrischen Funkens, der Gasflamme oder der glühenden Kohle, während die Planeten, welche nur reflectirtes Sonnenlicht ausstrahlen, in ihren Spectern alle dieselben Linien zeigen, wie die Sonne.

Man schließt daraus, daß die einzelnen Lichtarten, je nach der Ursache, durch welche sie hervorgerufen werden, aus etwas ungleichen einzelnen Farbenstrahlen zusammengesetzt sind, und daß es überhaupt specifisch verschiedene Lichtarten giebt, bei denen nur die allgemeinsten Eigenschaften dieselben sind.

Aber die Brechungsverhältnisse der einzelnen irgend eine Lichtart zusammensetzenden Farbenstrahlen sind durchaus gleich. Aus dem Allen ergiebt sich denn, daß wir das Licht, wie es gewöhnlich auftritt, z. B. das weiße Licht, nicht als etwas Einfaches, sondern als etwas Zusammengesetztes betrachten müssen. Um diesen Satz mehr zu verdeutlichen, lassen Sie uns das Licht für einen Augenblick als eine Substanz betrachten; wäre es eine solche, so könnten wir es nicht zu den einfachen Stoffen, zu den sogenannten Elementen rechnen, sondern wir müßten es einen zusammengesetzten Körper nennen. Seine Elemente würden die einzelnen Farbenstrahlen sein, welche ungleiche Brechungswerthe besitzen und im Spectrum durch dunkle Räume von einander getrennt sind. — Nach der jetzt als erwiesen zu betrachtenden Undulationstheorie ist aber das Licht kein Stoff, sondern eine Eigenschaft, eine besondere Art der Bewegung gewisser Körper. Es sind danach also die einzelnen Lichtarten

oder Elemente nur etwas ungleiche Bewegungsarten. Diese Bewegungsarten gehen bis zu einem gewissen Grade in einander über, lassen aber doch kleine Lücken zwischen sich, welche im Farbenspectrum als dunkle Linien erscheinen. Höchst wichtig ist es natürlich, daß man die ungleich zusammengesetzten Lichtarten selbst in den geringen Quantitäten, die ein ferner Firstern uns zusendet, noch zu unterscheiden vermag; wir können daraus nicht nur auf die specifische Verschiedenheit der einzelnen Firsterne schließen, sondern auch wie durch die Polarisation erkennen, daß die Planeten und Satelliten unseres Sonnensystemes ganz vorherrschend nur mit reflectirtem Sonnenlicht leuchten.

Siebenzehnter Brief.

Das Licht.

„Das neue Leben, von dem alle Theile der Optik durchdrungen worden sind, als zufällig das von den Fenstern des Palais du Luxembourg zurückstrahlende Licht der untergehenden Sonne den scharfsinnigen Malus (1808) zu seiner wichtigen Entdeckung der Polarisation leitete, hat, durch die tiefer ergründeten Erscheinungen der doppelten Brechung, der gewöhnlichen (Huyghenschen) und der farbigen Polarisation, der Interferenz und der Diffraction, dem Forscher unerwartete Mittel dargeboten: directes und reflectirtes Licht zu unterscheiden, in die Constitution des Sonnenkörpers und seiner leuchtenden Hüllen einzudringen, den Druck und den kleinsten Wassergehalt der Luftschichten zu messen, den Meeresboden und seine Klippen mittelst einer Turmalin-Platte zu erspähen, ja nach Newton's Vorgange die chemische Beschaffenheit (Mischung) mehrerer Substanzen mit ihren optischen Wirkungen zu vergleichen. Es ist hinlänglich, die Namen Airy, Arago, Biot, Brewster, Cauchy, Faraday, Fresnel, John Herschel, Lloyd, Malus, Neumann, Plateau, Seebeck...... zu nennen, um eine Reihe glänzender Entdeckungen und die glücklichsten Anwendungen des neu Entdeckten dem wissenschaftlichen Leser in's Gedächtniß zu rufen. Die großen und genialen Arbeiten von Thomas Young haben diese wichtigen Bestrebungen mehr als vorbereitet. Arago's Polariskop und die beobachtende Stellung farbiger Diffractions-Fransen (Folgen der Interferenz) sind vielfach gebrauchte Hülfsmittel der Erforschung geworden. Die Meteorologie hat auf dem neugebahnten Wege nicht minder gewonnen, als die physische Astronomie." Kosmos S. 64.

Diese Stelle trägt eine solche Fülle des Stoffes in sich, daß ich mich zu schwach fühle, ihn ganz zu erschöpfen. Indessen werden Sie mir es doch vielleicht Dank wissen, wenn ich auch nur Einiges von dem Vielen Ihnen weiter zu erläutern

suche. Dabei, denke ich, wird es gut sein, zuweilen sogleich mit der Erklärung der Erscheinungen zu beginnen, während allerdings ein gründliches Studium zunächst mit der genauen Feststellung derselben anzufangen hätte, erst dann eine Erklärung wagend, so weit es der jetzige Zustand des Wissens erlaubt.

Jeder leuchtende Punkt sendet nach allen Seiten hin sein Licht aus und dieses verbreitet sich stets geradlinig, so lange es nicht auf irgend ein Hinderniß in dieser Richtung stößt. Ein solches Hinderniß bringt aber jede Aenderung der Substanz hervor, welche in der Richtung des Lichtweges vorhanden ist; z. B. auch ein durchsichtiger Glaskörper oder ein Wassertropfen in der Luft. — Durch solche Substanzänderung kann entweder Zurückwerfung (Reflexion, Spiegelung) der Lichtstrahlen hervorgebracht werden, z. B. durch polirte Oberflächen; oder eine Beugung (Brechung) derselben, eine Ablenkung aus ihrer geraden Richtung, oder auch beides zugleich. Wenn Lichtstrahlen nicht ganz rechtwinklig aus Luft in Wasser mit glatter Oberfläche eintreten, so wird ein Theil derselben unter demselben Winkel nach der anderen Seite geworfen, ein anderer Theil aber, welcher eindringt, erleidet eine kleine Aenderung seiner Richtung, eine Brechung.

Der See, welcher die umgebende Landschaft spiegelt und das eingetauchte Ruder gebrochen erscheinen läßt, wird Sie längst von diesen beiden Erscheinungen überzeugt haben.

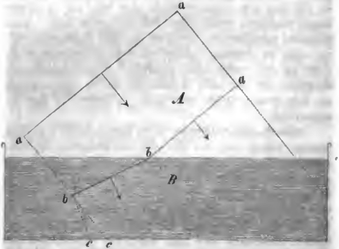
Treffen aber die Strahlen eines leuchtenden Punktes oder Körpers nicht auf solche Hindernisse, so verlieren sie mit ihrer Entfernung vom Ursprung stets an Intensität, und zwar wächst diese Lichtabnahme wie das Quadrat der Entfernung, also bei doppelter Entfernung ist die Lichtstärke auf demselben Flächenraum nur noch $^1/_4$ so groß, bei vierfacher Entfernung nur noch $^1/_{16}$. Es ist das nichts Anderes, als eine mathematische nothwendige Folge der Art der Lichtverbreitung, ganz und gar nicht irgend eine besondere Eigenschaft des Lichtes. Wenn Sie ein Kartenblatt von einem Quadratzoll Oberfläche einen Fuß weit von einem leuchtenden Punkt halten, so wirft dasselbe einen Fuß dahinter einen Schatten von 4 Quadratzoll Oberfläche. Das läßt sich bei geradliniger Fortpflanzung der Lichtstrahlen ohne Weiteres voraus sagen, ehe man es noch beobachtet hat,

und zwar viel leichter und sicherer voraussagen, als durch ein Experiment genau nachweisen, da man niemals einen leuchtenden Punkt ohne räumliche Ausdehnung (einen mathematischen Punkt) wirklich herstellen kann, sondern immer nur eine leuchtende Oberfläche von bestimmter Ausdehnung, wodurch die Einfachheit des Experimentes gestört wird. Die beschattete Fläche von 4 Quadratzoll würde aber, wenn das Kartenblatt nicht dazwischen gehalten wäre, genau alle das Licht empfangen, welches jetzt das Kartenblatt erleuchtet. Es müßte sich demnach über eine 4 mal so große Oberfläche gleichmäßig ausbreiten, und jeder einzelne dieser 4 Quadratzolle erhielte demnach bei 2 Fuß Entfernung nur ¼ so viel Licht als bei 1 Fuß. — Sie können hiernach wohl ermessen, wie ungeheuer intensiv das Sonnenlicht in unmittelbarer Nähe der Sonne sein muß, da es trotz der großen Entfernung der Erde von der Sonne dennoch so blendend ist, daß man nicht ungestraft hinein sehen kann und da es von keinem künstlichen irdisch nahen Licht übertroffen wird. Jenes Gesetz der Lichtverbreitung ist jedoch nur dann vollkommen richtig, wenn die Substanz, welche vom Licht zu durchdringen ist, z. B. die Luft, nichts davon zurückhält, es ganz ungeschwächt durchläßt; tritt eine solche Schwächung ein, so wird natürlich die doppelt weite Fläche nicht ganz ein Viertel so stark erleuchtet sein.

Unter Brechung des Lichtes, in der Astronomie Refraction genannt, versteht man, wie wir sahen, die Ablenkung, die Richtungsveränderung, welche ein Lichtstrahl erleidet, wenn er aus einem Mittel (aus einer Substanz) in ein anderes übergeht, z. B. aus Glas in Luft, aus Luft in Wasser u. s. w. Natürlich kann hierbei zunächst nur von durchsichtigen Substanzen die Rede sein, obwohl auch die gewöhnlich undurchsichtig genannten Substanzen meist nicht vollständig ausgeschlossen sein mögen und überhaupt eine ganz scharfe Grenze zwischen beiden kaum existirt.

Dove hat es versucht, die Brechung des Lichtes durch ein sehr anschauliches Beispiel aus dem Leben zu erläutern. Es wird dieselbe nämlich höchst wahrscheinlich durch die größere Schwierigkeit hervorgebracht, welche der lichtbrechende Körper der Fortbewegung der Lichtstrahlen entgegensetzt. Die

Schnelligkeit der Fortbewegung wird dadurch etwas verzögert, und jemehr sie verzögert wird, um so stärker ist die Brechung. Denken wir uns, sagt Dove, ein in Linie aufgestelltes Regiment Cavallerie reite im scharfen Trabe über eine feste Wiese, auf welcher die Pferde ihre volle Schnelligkeit entwickeln können; diese Cavallerielinie stoße nun aber bei ihrer Fortbewegung auf eine Fläche Sturzackerland, welches die Schnelligkeit des Trabes nothwendig etwas vermindern wird. Läuft dann die Grenze dieses Ackerlandes der Front parallel, oder, was dasselbe ist, findet die Ueberschreitung rechtwinklig auf die Grenze statt, so wird zwar eine allgemeine Verzögerung der Fortbewegung eintreten, das ganze Regiment wird nicht mehr so schnell reiten, aber es wird nicht aus seiner Richtung abgelenkt werden. Wenn aber die Ueberschreitung der Feldgrenze in schräger Richtung erfolgt, dann wird bei derselben auch die Richtung der Front und



folglich der Fortbewegung sich etwas ändern. Es werden nämlich die Theile des Regiments a a, welche von der Wiese A zuerst auf dem Sturzacker B anlangen, etwa b b, nicht mehr so schnell reiten, als die, welche noch auf der Wiese sind (a b), und da dies nach und nach jeden Reiter einzeln trifft, so wird dadurch nach und nach die ganze Front in die veränderte Richtung b b gebracht, und nun dieser Richtung entsprechend weiter

fortrücken, bis entweder künstlich die alte Richtung wieder hergestellt wird, oder eine der vorigen parallele Wiese den umgekehrten Einfluß übt. Dieser ganze Vorgang ist nun höchst analog dem Durchgang des Lichtes etwa durch eine Glasplatte, sei es in rechtwinkliger oder schräger Richtung und der dabei im letzteren Falle stattfindenden Lichtbrechung.

Durch die Brechung oder Beugung, welche jeder Lichtstrahl erleidet, der aus dem Weltraum in die Atmosphäre der Erde eindringt, scheinen alle Sterne, die nicht gerade über uns im Zenith stehen, deren Strahlen daher etwas schräg durch die Atmosphäre zu uns gelangen, an einer etwas anderen und zwar höheren Stelle zu stehen, als es wirklich der Fall ist, und Sterne, die eigentlich sich noch etwas unter unserem Gesichtshorizont befinden, werden dadurch über demselben sichtbar. Diese optische Täuschung nennen die Astronomen Refraction, und Sie werden diesen Ausdruck mehrfach erwähnt finden.

Viele Körper besitzen die merkwürdige Eigenschaft, jeden einfallende Lichtstrahl in 2 gebrochene Strahlen zu zerspalten. Diese mit dem Namen der doppelten Brechung bezeichnete Eigenschaft wurde zuerst von Erasmus Bartholinus am isländischen Kalkspath entdeckt und beschrieben.

Alle Körper, welche diese Eigenschaft besitzen, werden doppelt brechende Körper genannt. Wir wollen zunächst die Erscheinungen der doppelten Brechung am Kalkspathe näher kennen lernen, weil sie an diesem Körper besonders leicht beobachtet werden können.

Die Kalkspathkrystalle sind nach drei verschiedenen Richtungen sehr vollkommen spaltbar; und dadurch ist es möglich, aus denselben Rhomboëder durch Spaltung zu erhalten. Besonders schöne, große und durchsichtige Kalkspathkrystalle werden auf der Insel Island gefunden; der isländische Doppelspath wird deshalb auch vorzugsweise zu Versuchen über die doppelte Brechung angewendet.

Wenn man ein durch Spaltungsflächen begrenztes Kalkspathrhomboëder dicht vor das Auge hält, um durch dasselbe einen dünnen Körper, etwa eine Nadel oder eine Tintenlinie, zu sehen, so erblickt man zwei Nadeln, zwei Linien, und legt man das Rhomboeder auf ein Blatt weißen Papiers, auf welches man einen

schwarzen Punkt gemacht hat, so sieht man den Punkt doppelt. Aus einer genauen Beobachtung dieser beiden Bilder, wie man sie durch ein Rhomboëder sieht, kann man die Gesetze der doppelten Brechung im Kalkspathe ableiten, wie dies auch Huyghens schon gethan hat. Es wird nämlich durch den Kalkspath der einfache Lichtstrahl in zwei von etwas verschiedener Richtung gespalten, und der eine stärker abgelenkt als der andere.

Nach der Undulationstheorie muß man annehmen, daß sich die Lichtwellen in einem stärker brechenden Mittel langsamer fortpflanzen; die ungleiche Ablenkung, welche die beiden Strahlen erleiden, hängt also auch mit einer ungleichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit zusammen, der stärker gebrochene Strahl pflanzt sich mit geringerer Geschwindigkeit durch den Krystall fort als der andere, oder auch, mit anderen Worten, für den stärker gebrochenen Strahl ist die Wellenlänge kürzer als für den anderen.

Noch mehr in die Einzelheiten dieser merkwürdigen Erscheinung einzugehen, kann ich hier nicht für zweckmäßig halten, da es zu viele mathematische Kenntnisse voraussetzen würde.

Aber nicht blos Kalkspath, sondern auch viele andere durchsichtige Körper zeigen diese doppelte Brechung, wenn auch in geringerem Grade, so z. B. einseitig zusammengepreßtes Glas, woraus man schließt, daß die Ursache derselben in einer ungleichen Dichtigkeit nach verschiedenen Richtungen beruht.

Ueber die Zerlegung des Lichtes in einzelne Farben habe ich Ihnen im vorigen Briefe geschrieben. Um nun alle diese optischen Erscheinungen zu erklären, hat man zwei Hypothesen über das Wesen des Lichtes aufgestellt: die Emissions- oder Emanationshypothese und die Vibrations- oder Undulationshypothese.

Die erstere nimmt an, es gebe eine eigenthümliche Lichtmaterie, und jeder leuchtende Körper strahle (sende) nach allen Seiten hin Theilchen dieser feinen Materie mit so ungeheuerer Geschwindigkeit aus, daß jedes Theilchen in 8 Minuten und 13 Secunden den weiten Weg von der Sonne bis zur Erde zurücklege. Diese Lichtmaterie wird natürlich als höchst fein und den Wirkungen der Schwere nicht unterworfen, d. h. als imponderabel (unwägbar) vorausgesetzt. Die Verschiedenheit der

Farben rührt nach der Emanationstheorie von einer Verschiedenheit der Geschwindigkeit der einzelnen Lichtstrahlen her, und die Reflexion gleicht dem Abprallen elastischer Körper.

Die Undulationstheorie nimmt dagegen an, daß sich das Licht durch die Schwingungen der Theilchen eines unwägbaren Stoffes fortpflanzt, welcher den Namen Aether erhielt. Nach dieser Theorie ist das Licht etwas dem Schall Analoges; der Schall aber wird durch die Schwingungen der wägbaren Materie, das Licht durch die Schwingungen eines unwägbaren Aethers fortgepflanzt. Der Aether erfüllt den ganzen Weltraum, da das Licht alle Räume des Himmels durchdringt. Der Aether ist aber nicht blos in den sonst leeren Räumen verbreitet, welche die Gestirne trennen, er durchdringt alle Körper und füllt die zwischen den wägbaren Atomen befindlichen Räume aus.

Wenn der Aether in dem ganzen Weltraume in Ruhe wäre, so würde überall vollkommene Finsterniß herrschen; an einer Stelle aber gleichsam erschüttert, pflanzen sich die Lichtwellen nach allen Seiten hin fort, wie sich die Schwingungen einer Saite in einer ruhigen Atmosphäre weithin verbreiten. Das Licht, welches erst durch eine Bewegung entsteht, ist also wohl von dem Aether selbst zu unterscheiden, wie die Vibrationsbewegung, welche den Schall hervorbringt, von den oscillirenden Theilchen der wägbaren Materie zu unterscheiden ist, die ihn fortpflanzt.

Lange Zeit hindurch zählten beide Theorien Anhänger unter den Physikern. Newton hatte die Emanationstheorie aufgestellt, Huyghens ist als Schöpfer der Undulationstheorie zu betrachten, die auch Euler vertheidigte; doch erst in neueren Zeiten haben besonders Young's und Fresnel's Arbeiten der Undulationstheorie einen so entschiedenen Sieg verschafft, daß die Emanationstheorie jetzt allgemein als unhaltbar verlassen ist.

Die wichtigste Stütze für die Undulationstheorie liefern die sogenannten Interferenzerscheinungen, die wir sogleich näher betrachten werden. Die erste hierher gehörige Thatsache wurde von dem Jesuiten Grimaldi beobachtet und in seiner „physico-mathesis de lumine, coloribus et iride, Bologna 1665“ beschrieben. Er beobachtete, daß, wenn man durch eine feine

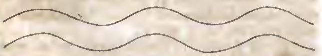
Oeffnung einen Sonnenstrahl in ein dunkles Zimmer eindringen läßt und diesem Strahl einen schmalen Körper aussetzt, alsdann der Schatten dieses Körpers breiter ist, als man nach dem geradlinigen Fortgange der Lichtstrahlen erwarten sollte; ebenso fand er, daß, wenn man die durch die feine Oeffnung eindringenden Strahlen auf einer weißen Fläche auffängt, der erleuchtete Raum größer ist, als ihm, bei Voraussetzung geradliniger Fortpflanzung des Lichts, die geometrische Construction giebt; er beobachtete auch farbige Säume, sowohl im Schatten des schmalen Körpers, als auch am Umfange des erleuchteten Fleckes, und schrieb diese Erscheinungen einer Ablenkung von dem geradlinigen Wege zu, welche die Lichtstrahlen erleiden, wenn sie an den Rändern undurchsichtiger Körper vorübergehen. Diese Ablenkung nannte er Diffraction, später wurde sie auch Beugung und Inflexion genannt.

Diese Versuche sind jedoch für die Undulationstheorie nicht so direct beweisend, wie der folgende: Grimaldi ließ die Sonnenstrahlen durch zwei feine, nahe bei einander stehende Oeffnungen in das dunkle Zimmer eintreten und fing sie auf einem Papierblatte in einer solchen Entfernung auf, daß die von beiden Oeffnungen herrührenden hellen Kreise theilweise übereinander fielen. Die durch das Licht beider Oeffnungen erleuchtete Stelle war allerdings heller, als die Stellen, welche nur von einer Oeffnung Licht empfingen, doch fand er an den Grenzen dieses stärker erleuchteten Raumes dunkle Streifen an solchen Stellen des Schirmes, welche offenbar Licht von beiden Oeffnungen empfingen, und diese Streifen waren sogar dunkler, als diejenigen Stellen des Papierschirms, welche nur von einer Oeffnung beleuchtet waren. In der That verschwanden diese dunklen Linien, sobald die eine Oeffnung zugehalten wurde, so daß nur durch die andere das Licht einfallen konnte. Grimaldi schloß aus dieser Erscheinung, daß ein erleuchteter Körper dunkler werden kann, wenn neues Licht zu dem hinzukommt, welches ihn schon erleuchtet, und suchte diese sonderbare Thatsache durch Annahme von Lichtwellen zu erklären.

Während Grimaldi's Beugungsversuche vielfach wiederholt und abgeändert wurden, während man eifrig bemüht war, die Gesetze der Inflexion durch genaue Messungen zu ermitteln,

ließ man die von Grimaldi ausgesprochene Idee, daß Dunkelheit durch das Zusammenwirken zweier Lichtstrahlen entstehen könne, ganz unbeachtet; man übersah gerade die Erscheinung, welche den Schlüssel zur Erklärung der Beugungsphänomene hätte geben können. Erst Young nahm diesen Gegenstand wieder auf; er beobachtete die hellen und dunkeln Streifen, welche hinter einem schmalen Körper entstehen, wenn man sie den von einem leuchtenden Punkte oder einer schmalen Lichtlinie ausgehenden Strahlen aussetzt, und fand, daß diese Streifen alsbald verschwinden, sobald man das Licht an der einen Seite des schmalen Körpers vorbeizugehen hindert. Young hatte also durch diesen Versuch ebenfalls dargethan, daß zwei Lichtstrahlen, die sehr nahe nach einerlei Richtung fortgehen, bei ihrem Zusammentreffen nicht immer zur Verstärkung der Erleuchtung beitragen, sondern daß sie sich unter Umständen entweder verstärken oder ihre Wirkung gegenseitig vernichten können. Diese gegenseitige Einwirkung der Lichtstrahlen bezeichnete Young mit dem Namen der Interferenz.

Solche Interferenzen lassen sich nun nach der Emanationstheorie durchaus nicht erklären. Young aber zeigte, daß der Weg, welchen die Lichtstrahlen durchlaufen, um von der Lichtquelle zu einem Punkte hinter dem schmalen Körper zu gelangen, der nicht gerade in der Mitte des geometrischen Schattens liegt, ungleich ist, je nachdem sie auf der einen oder anderen Seite des schmalen Körpers vorbeigehen; wenn sich also das Licht durch eine Wellenbewegung fortpflanzt, so begreift man sehr wohl, wie die beiden Lichtstrahlen, welche in einem Punkte hinter dem schattengebenden Körper zusammentreffen, hier je nach der Differenz der durchlaufenen Wege bald mit gleichen, bald mit entgegengesetzten Schwingungszuständen ankommen, sich also gegenseitig verstärken oder aufheben können. Sie verstärken sich nämlich, wenn die Wellen unter sich parallel sind,



sie heben sich aber gegenseitig auf, wenn die Wellenhöhen des

einen Strahles mit den Wellentiefen des anderen zusammenfallen.



Noch entscheidender als Youngs Interferenzversuch sind aber für die Undulationstheorie neuerlich die durch Arago angeregten Versuche von Faucault, Fizeau und Breguet geworden. Aus diesen ergiebt sich nämlich, daß das Licht sich in der Luft etwas schneller fortpflanzt als im Wasser, und dieser Umstand bestätigt nicht nur die Undulationstheorie vollständig, sondern macht auch die Emanationshypothese ganz unhaltbar. Ein Theil der Undulationstheorie bleibt aber dabei immer noch eine ganz unerwiesene Hypothese, das ist die Annahme des sogenannten Aethers. Diese Annahme ist vorläufig nichts als eine Hülfshypothese.

Obwohl ich mit diesen wenigen Bemerkungen den überaus wichtigen Gegenstand nicht erschöpfen konnte, so hoffe ich Ihnen dadurch doch einigen Einblick in die Natur desselben verschafft zu haben. Und Sie werden aus diesem Wenigen auf die Wichtigkeit des Ganzen zu schließen vermögen.

Achtzehnter Brief.

Diffuses Licht.

„Die Absorption der Lichtstrahlen, welche von dem irdischen Gegenstande ausgehen und in ungleichen Entfernungen durch dichtere oder dünnere, mit Wasserdunst mehr oder minder geschwängerte Luftschichten zu dem unbewaffneten Auge gelangen; der hindernde Intensitätsgrad des diffusen Lichtes, welches die Lufttheilchen ausstrahlen, und viele noch nicht ganz aufgeklärte meteorologische Processe modificiren die Sichtbarkeit ferner Gegenstände.“ Kosmos S. 70.

Meine Aufgabe ist es nicht blos, Erscheinungen weiter zu besprechen, sondern auch die Bedeutung von weniger allgemein

verständlichen wissenschaftlichen Ausdrücken zu erläutern, die hie und da im Kosmos gebraucht sind.

Der Einwirkung des diffusen Lichtes auf astronomische Beobachtungen wird mehrfach gedacht, sein Gegensatz ist das directe und das durch spiegelnde Oberflächen reflectirte Licht. Alle Lichtstrahlen, welche direct von der Lichtquelle, durch mehr oder weniger durchsichtige Medien, oder durch spiegelnde Oberflächen reflectirt, zu uns gelangen, haben eine parallele oder regelmäßig divergirende oder convergirende (eine berechenbare) Richtung. Wenn aber Licht von matten Oberflächen, z. B. von einem Bogen Papier, reflectirt wird, so zerstreuen sich seine Strahlen gleichsam nach allen möglichen Richtungen, die deshalb nicht mehr berechenbar sind. Dieses Licht nennt man diffuses; so alles Tageslicht in einem Zimmer, in welches keine Sonnenstrahlen eindringen; so das Tageslicht an trüben Tagen oder da, wo überhaupt die Sonne nicht hinscheint.

Ein paar Beispiele mögen Ihnen den Unterschied noch mehr erläutern. Eine ganz schwarze matte (etwa berußte) Oberfläche reflectirt gar kein Licht, weder regelmäßig strahlendes, noch diffuses. Eine glatte, etwa polirte schwarze Oberfläche reflectirt nur Licht unter bestimmtem Winkel, kein diffuses. Eine matte, weiße oder überhaupt helle Oberfläche reflectirt nur diffuses Licht, eine polirte dagegen, zumal da die Politur nie eine ganz vollkommene ist, sowohl geordnete Lichtstrahlen als diffuses Licht.

Die diffusen Lichtstrahlen, welche gleichsam den Raum nach allen Richtungen durchdringen, sind es nun, welche sich häufig mit den directen mischen und dadurch eine gewisse Unvollkommenheit in manche Beobachtungen bringen können. Sie sind es überhaupt, welche verhindern, daß man bei Tage Sterne sieht und welche die Sternbeobachtungen bei Tage unmöglich machen oder wenigstens sehr erschweren. Arago sagt über das diffuse Licht der Atmosphäre an der im Kosmos citirten Stelle, welche Ihnen hier in deutscher Uebertragung willkommen sein dürfte: Das diffuse Licht der Atmosphäre läßt sich nicht dadurch erklären, daß die Sonnenstrahlen etwa an den Grenzen der übereinander liegenden Luftschichten ungleicher Dichtigkeit reflectirt werden, wenn man auch solche Schichten wirklich voraussetzen will. Die Grenzen der Luftschichten müssen in der Richtung nach

dem Zenith (Scheitelpunkt) horizontal liegen; denken wir uns nun die Sonne an den Horizont, so müssen ihre Strahlen über uns horizontal reflectirt werden und wir können folglich kein Licht im Zenith wahrnehmen. Bei der Annahme solcher Luftschichten könnte demnach kein Lichtstrahl durch einfache Reflexion zu uns gelangen. Es könnte dies nur durch vielfache Reflexion geschehen. Um daher das diffuse Licht der Atmosphäre zu erklären, muß man sich dieselbe aus Molecülen zusammengesetzt denken (z. B. aus sphärischen), deren jedes ein Bild der Sonne spiegelt, etwa wie die Glaskugeln, die man in Gärten aufzustellen pflegt.

Die reine Luft ist blau, oder es haben im Newton'schen Sinne die Luftmolecüle gerade die Dicke, welche der Reflexion der blauen Strahlen entspricht. Es ist daher natürlich, daß alle die kleinen Bilder der Sonne, welche nach allen Seiten von den sphärischen Luftmolecülen zurückgeworfen werden und welche das diffuse Licht bilden, einen blauen Schein haben. Aber dieses Blau ist kein reines Blau, sondern ein Weiß, in welchem das Blau vorherrscht. Denn der Himmel ist niemals ganz rein, und in dem Grade, in welchem die Luft mit sichtbaren Wasserdämpfen gemengt ist, erscheint das diffuse Licht mehr und mehr weiß. Da der Mond gelb ist, so erscheint das Blau der Luft des Nachts grünlich, d. h. gemischt aus blau und gelb.

Schwanken der Sterne.

So eben nach Beendigung dieses Briefes veranlaßt mich ein interessanter Zeitungsbericht hier auch noch des sonderbaren (scheinbaren) Schwankens der Sterne zu gedenken, welches zu den seltenen und bis jetzt noch nicht näher erklärten, jedenfalls aber durch besondere Zustände der Atmosphäre bedingten Himmelserscheinungen gehört. A. v. Humboldt sagt darüber S. 73: „Es ist hier der Ort, wenigstens beiläufig einer anderen optischen Erscheinung zu erwähnen, die ich auf allen meinen Bergbesteigungen nur einmal, und zwar vor dem Aufgange der Sonne, den 22. Junius 1799 am Abhange des Pics von Teneriffa, beobachtete. Im Malpays, ohngefähr in einer Höhe von 10,700 Fuß über dem Meere, sah ich mit unbewaffnetem Auge tief stehende Sterne in einer wunderbar schwankenden Bewegung.

Leuchtende Punkte stiegen aufwärts, bewegten sich seitwärts und liefen an die vorige Stelle zurück. Das Phänomen dauerte nur 7 bis 8 Minuten und hörte auf, lange vor dem Erscheinen der Sonnenscheibe am Meerhorizont. Dieselbe Bewegung war in einem Fernrohr sichtbar; und es blieb kein Zweifel, daß es die Sterne selbst waren, die sich bewegten. Gehörte diese Ortsveränderung zu der so viel bestrittenen lateralen Strahlenbrechung? Bietet die wellenförmige Undulation der aufgehenden Sonnenscheibe, so gering sie auch durch Messung gefunden wird, in der lateralen Veränderung des bewegten Sonnenrandes einige Analogie dar? Nahe dem Horizont wird ohnedies jene Bewegung scheinbar vergrößert. Fast nach einem halben Jahrhundert ist dieselbe Erscheinung des Sternschwankens und genau an demselben Orte im Malpays wieder vor Sonnenaufgang von einem unterrichteten und sehr aufmerksamen Beobachter, dem Prinzen Adalbert von Preußen, zugleich mit bloßen Augen und im Fernrohre beobachtet worden! Ich fand die Beobachtung in seinem handschriftlichen Tagebuche; er hatte sie eingetragen, ohne, vor seiner Rückkunft von dem Amazonenstrome, erfahren zu haben, daß ich etwas ganz Aehnliches gesehen. Auf dem Rücken der Andeskette oder bei der häufigen Luftspiegelung (Kimmung, mirage) in den heißen Ebenen (Llanos) von Südamerika habe ich, trotz der so verschiedenartigen Mischung ungleich erwärmter Luftschichten, keine Spur lateraler Refraction je finden können. Da der Pic von Teneriffa uns so nahe ist und oft von wissenschaftlichen, mit Instrumenten versehenen Reisenden kurz vor Sonnenaufgang besucht wird, so darf man hoffen, daß die hier von mir erneuerte Aufforderung zur Beobachtung des Sternschwankens nicht wieder ganz verhallen werde."

Dieser Wunsch ist erfüllt worden, aber nicht am Pic von Teneriffa, sondern durch eine Beobachtung in Trier. Professor Flesch berichtet darüber: „Am 20. Januar 1851, Abends zwischen 7 und 8 Uhr vor Aufgang des Mondes, sahen in Trier ein Ober-Primaner des Gymnasiums und der Sattlermeister Herr Thugutt hierselbst, zwei durchaus zuverlässige Personen, nebst des letzteren Familie, unfern des Horizontes den Sirius, einen der prachtvollsten Firsterne unseres Himmels, in einer wunderbar schwebenden Bewegung,

indem der Stern bald auf- bald abwärts ging, bald nach der linken, bald nach der rechten Seite hinschwankte, bisweilen auch in einem Kreise sich zu bewegen schien. Diese verschiedenen Bewegungen des Sternes wurden während einer halben Stunde anhaltender, aufmerksamer Betrachtung wiederholt und in jedem Zeitpunkte von allen Beobachtern stets in demselben Sinne wahrgenommen. Ober-Primaner Keune sah, mit dem Kopf an einer Mauer unverrückt angelehnt, den Sirius in geringer Höhe über einem Hause stehen und hinter dem Dache desselben bald verschwinden, bald wieder zum Vorschein kommen. Die Bewegungen des Fixsternes waren so bedeutend, daß die Beobachter lange glaubten, jenes bekannte Spielwerk der Knaben, einen fliegenden Drachen, der mit einer brennenden Laterne versehen sei, vor Augen zu haben. Auch schien der Stern an Glanz bald zu-, bald abzunehmen, bisweilen sogar auf Augenblicke verschwunden zu sein, obgleich der Himmel heiter war. Als sich die Beobachter von der wahren Natur des Phänomens überzeugt hatten, konnten sie bei fortgesetzter Betrachtung desselben, ihrer Aussage nach, eines unheimlichen Gefühles sich nicht erwehren."

Neunzehnter Brief.

Störungen.

„Die veränderliche Stellung der Doppelsterne, welche um einen gemeinsamen Schwerpunkt kreisen, hat, wie die eigene Bewegung aller Fixsterne, erwiesen, daß Gravitationskräfte in jenen fernen Welträumen wie in unseren engen planetarischen, in sich wechselseitig störenden Kreisen walten." Kosmos S. 76.

Ich wählte diese Stelle als Motto, besonders weil sie die erste ist, die von Störungen spricht, von denen im Kosmos noch mehrfach, wenn auch nicht so direct, die Rede ist. In der Erklärung werde ich zum Theil Mädler folgen.

Die Anziehung der Weltkörper, ihre Gravitation, ist durchaus gegenseitig. Die Sonne wird ebensowohl von der Erde

angezogen, als die Erde von der Sonne, nur nicht so stark. Dieser Umstand hat nun einen Einfluß auf alle Bahnen der Himmelskörper, z. B. der Planeten, welche dadurch viel complicirter werden, als es der Fall sein würde, wenn nur ein Körper alle anderen anzöge ohne Gegenseitigkeit, wenn z. B. nur die Sonne auf die Planeten Anziehung ausübte, nicht aber diese auch auf die Sonne und unter sich gegenseitig. Durch diese unbedingte Gegenseitigkeit der Gravitation werden die Bahnen der Weltkörper nach Gestalt, Größe und Lage etwas weniger regelmäßig und zugleich veränderlich, und ebenso die Schnelligkeit ihrer Bewegung in denselben, d. h. sie sind nicht genau so, wie sie sein würden, wenn blos ein Centralkörper Anziehung übte oder wenn nur immer zwei Körper zugleich auf einander einwirkten, z. B. die Sonne und ein Planet. Man ist darum genöthigt, bei Vorausberechnung der Constellationen stets auf diesen Umstand Rücksicht zu nehmen und die Anziehung aller Körper gleichzeitig in Rechnung zu ziehen, nur mit der für die Praxis nothwendigen Ausnahme derjenigen Weltkörper, deren Wirkung, sei es wegen Kleinheit ihrer Masse oder ihrer großen Entfernung, als verschwindend klein angesehen werden kann.

Bei allen in unserem Sonnensystem bis jetzt bekannten Fällen ist nun aber einer der Körper entweder durch seine vielfach (mindestens tausendfach) überwiegende Masse als Hauptkörper zu betrachten, und die Bewegungen um diesen Körper erfolgen also mindestens beinahe ebenso, als wirkte dieser allein, so daß die gesammte Wirkung der übrigen wenigstens nur kleine Unterschiede hervorbringt; und deshalb ist es in den meisten Fällen gestattet, die Berechnung so auszuführen, daß man zuerst den Ort, wie er durch die alleinige Wirkung des Centralkörpers sich ergeben würde, besonders bestimmt, und hiernach die Wirkungen der übrigen Körper berechnet und sie dem zuerst gefundenen Orte hinzufügt (ihn verbessert). Hiernach findet in der Wirklichkeit nicht diejenige Einfachheit und Gleichförmigkeit statt, die sich außerdem zeigen würde, und dies hat Veranlassung zu der Benennung Störungen (Perturbationen) gegeben.

Störungen sind demnach keineswegs Unordnungen oder

Regelwidrigkeiten in den Bewegungen der Himmelskörper; im Gegentheil, es sind gerade die feinsten und äußersten Consequenzen der allgemeinen Wirksamkeit der Gravitation und der daraus hervorgehenden Bewegungsgesetze. Man hat vielmehr jene Wirkungen nur deshalb Störungen genannt, weil durch sie die einfach und leicht übersichtliche Ordnung in eine mehr zusammengesetzte und — rücksichtlich unseres beschränkten Fassungsvermögens — verwickeltere Ordnung übergeht. Wollte man dafür die Benennungen Veränderung, Abweichung und dergl. wählen, so wären diese theils zu allgemein, theils bezeichnen sie auch schon etwas bestimmt Anderes, und wir müssen daher jenen Namen als den zweckmäßigsten beibehalten und eingedenk sein, daß Namen an sich weder erklären noch beweisen, sondern nur bezeichnen können.

Aehnliches gilt nun auch in Bezug auf die Benennungen störender und gestörter Körper. Da jeder Körper auf jeden anderen nach ganz gleichen Gesetzen wirkt, so können, absolut genommen, nicht zwei Klassen von Körpern, die dem obigen Gegensatze entsprechen, angenommen werden. Gleichwohl ist diese Unterscheidung wichtig, ja unentbehrlich in Bezug auf unsere Berechnungs- und Betrachtungsweise. Man berechne z. B. die Bahn der Erde. Hier ist die Sonne der Haupt-, die Erde der gestörte Körper; die störenden finden wir in den übrigen Planeten, wie Venus, Mars, Jupiter u. a. m., so wie in unserem Monde.

Dagegen wird sogleich die Erde zum störenden Körper, wenn wir etwa die Bahn des Mars berechnen; und zum Hauptkörper, wenn wir die unseres eigenen Mondes untersuchen. Im letzteren Falle ist sodann die Sonne der störende Körper, so wie die übrigen Planeten. Ja die Sonne selbst könnte zum gestörten Körper werden, wenn man die Wirkungen der Planeten auf sie, so wie (in Zukunft etwa) die der anderen Fixsterne, in besonderen Betracht ziehen wollte.

Nicht weniger relativ als diese Benennungen selbst ist auch die Eintheilung der Störungen in periodische und seculäre, allgemeine und specielle u. s. w. Aehnlich wie die Hauptbewegungen befolgen nämlich auch die Störungen gewisse Cyclen, so daß eine bestimmte einzelne Störung nach Verlauf einer ge-

wissen Periode in gleicher Art wiederkehrt, während sie im Verlaufe derselben, innerhalb gewisser Grenzen, zu- und abgenommen hat. Sieht man beispielsweise die Ungleichheit der Tageslängen als eine Störung an (was sie freilich nicht ist), so ist ihr Cyclus ein Jahr, und während dieser Zeit hat sie alle Werthe, welche zwischen dem längsten und kürzesten Tage liegen, in gesetzmäßiger Ordnung durchgemacht.

Nun aber sind diese Cyclen von außerordentlich verschiedener Länge. Während nämlich einige, und unter ihnen sehr beträchtliche, in wenigen Wochen, Monaten oder Jahren ablaufen, giebt es andere, welche Zehntausende und Hunderttausende von Jahren erfordern; ja es bliebe denkbar, daß es Störungen gäbe, die gar keinen Cyclus hätten, sondern stets gleichmäßig fortwirkten. Sehen wir von den letzteren als einer blos hypothetischen Möglichkeit einstweilen ab, so kann es eigentlich keinen wesentlichen Eintheilungsgrund darbieten, ob eine Periode 30 Tage oder 300,000 Jahre umfasse. Allein einen sehr großen Unterschied macht diese große Ungleichheit der Zeitdauer in Beziehung auf die Schwierigkeit der Berechnung, die man deshalb gewöhnlich nur auf kürzere Zeiträume, nicht auf den ganzen Cyclus ausdehnt. Die Störungen der ersteren Art nennt man periodische, die der letzteren seculäre. Die letzteren werden besonders dadurch bedingt, daß auch die Bahnen der störenden (größeren) Himmelskörper durch Rückwirkung fortwährend selbst Veränderungen erleiden.

Die Störungen werden aber nicht blos durch die gegenseitige Stellung der Himmelskörper bedingt, sondern auch durch die Gestalt derselben. Die Erde z. B. ist, wie Sie wissen, keine Kugel, sondern an den Polen abgeplattet, ein Ellipsoid. Wegen dieser besonderen Gestalt aber bringen die Attractionen von Sonne und Mond das Vorrücken der Nachtgleichen und jene Schwankungen der Erdaxe hervor, welche man Nutation nennt.

Als man die Störungen in den einfachsten Bewegungen der Körper unseres Sonnensystems erkannt hatte, lag der Gedanke nahe, daß durch deren fortdauerndes Anwachsen endlich eine gänzliche Umgestaltung dieses Systems oder ein gar mit Zertrümmerung verbundener Zusammenstoß, ein Hineinstürzen in

die Sonne oder ein Herausschleudern aus dem ganzen System hervorgebracht werden könne. Newton hegte diese Ansicht und glaubte deshalb, daß von Zeit zu Zeit ein unmittelbarer Eingriff des Schöpfers nöthig sei, um das gleichsam in Unordnung gerathene und Untergang drohende System wieder in Ordnung zu bringen. Leibnitz dagegen hielt diese Voraussetzung mit der unendlichen Weisheit des Schöpfers für unverträglich. Der Schöpfer des Universums — sagte er — ist kein probirender Künstler, der nachhilft, wenn seine Maschine in Unordnung gerathen will, weil er es im Anfange doch nicht recht verstanden hat, sie zu bauen. Leibnitz nahm vielmehr eine „prästabilitirte Harmonie" an, zu der Alles von selbst wieder strebe und streben müsse, und welche einen Zustand gar nicht erst entstehen lasse, bei dem es gleichsam bis zum Aeußersten gekommen sei, so daß nur das Radicalmittel der eingreifenden göttlichen Allmacht noch Abhülfe schaffen könne. Beide Ansichten waren nur durchaus hypothetische Annahmen; erst Laplace war es vorbehalten, das Problem zu lösen. Er hat durch allerdings sehr complicirte Operationen bewiesen, daß nach dem Newton'schen Gravitationsgesetz die Summe aller Störungen zuletzt gleich Null ist, d. h. daß sie sich im Laufe sehr großer Perioden alle gegenseitig aufheben müssen. Wir haben demnach von diesen Störungen keinerlei Gefahr zu besorgen für das Bestehen der allgemeinen gesetzmäßigen Ordnung unseres Sonnensystems. Die gegenseitigen Einwirkungen der Himmelskörper sind berechenbar. Anders ist das bei den Erscheinungen des organischen Lebens. Auch diese sind sehr wahrscheinlich bedingt durch die gegenseitigen Einwirkungen der zu einem Individuum verbundenen Stoffe, nebst allen den Einwirkungen der das Individuum umgebenden Außenwelt. Diese sind aber so verschieden, so complicirter und zum Theil noch so wenig bekannter Natur, daß sie sich dadurch bis jetzt allen Versuchen, sie streng mathematischer Behandlung zu unterwerfen, entzogen haben. Das ist aber, wie Sie sehen, ein für uns noch sehr wesentlicher Unterschied der mechanischen Gesetze des Himmels und irgend eines irdischen Organismus. Sehr sonderbar muß es daher erscheinen, wenn von einigen Seiten versucht worden ist, die Erscheinungen der Sternenwelt organischen Vorgängen zu vergleichen und aus diesen zu erklä-

ren, während man gerade jene ungleich viel genauer kennt, als diese.

Zwanzigster Brief.

Crepuscularlicht.

„Struve bemerkt, er habe in dem Dorpater Refractor mit Anwendung einer Vergrößerung von 320 Mal die kleinsten Abstände überaus schwacher Doppelsterne bestimmt, bei so **hellem Crepuscularlichte**, daß man um Mitternacht bequem lesen konnte."

Kosmos S. 82.

Crepuscularlicht nennt man das Licht der Dämmerung. Es ist diffuses Licht, welches entsteht, wenn die Sonne noch nicht oder nicht mehr tief (nicht über 18 Grad) unter dem Horizont steht und ihre Strahlen von oberen, durch sie noch erleuchteten Luft- oder Wolkenschichten reflectirt werden. Die Dauer der Dämmerung ist je nach der Breite des Ortes sehr verschieden, weil in den Aequatorialgegenden die den Horizont beinahe rechtwinklig durchschneidende Sonne sehr schnell 18 Grad unter denselben gelangt, während sie nach den Polen zu mit sehr schräger Bahn lange oder die ganze Nacht in dieser Höhe bleibt. Außerdem wird aber die Dämmerung der gemäßigten und Polarzonen im Vergleich zu den Aequatorialgegenden gewöhnlich auch noch dadurch verlängert, daß in ersteren die Atmosphäre selten so rein ist, als in letzteren, was die Lichtreflexion sehr befördert. Daher kommt es denn, daß z. B. in Petersburg in der Zeit der längsten Tage die Dämmerung durch die ganze Nacht dauert, während sie in Cumana in wenigen Minuten vorüber ist.

Mit der Dämmerung hängt sehr innig auch Morgen- und Abendroth zusammen. Man suchte dieselben früher dadurch zu erklären, daß man annahm, die Luft lasse vorzugsweise nur die rothen und gelben Strahlen durch, während sie die blauen reflectire. Des Abends und des Morgens müßten nun aber die Sonnenstrahlen einen weiteren Weg schräg durch die Atmosphäre zurücklegen, weshalb dann die gelben und rothen Strahlen vorherrschend zur Erscheinung kämen.

Forbes hat gezeigt, daß diese Meinung nicht ganz richtig sein kann, da das Blau des Himmels durchaus nicht die complementäre Farbe des Abendrothes ist. Nach Forbes rührt das Abend- und Morgenroth nicht von der Luft selbst, sondern von dem in derselben enthaltenen Wasserdampfe her. Neuerlich hat Clausius sogar nachzuweisen gesucht, daß nicht nur die Abendröthe, sondern auch die blaue Farbe und überhaupt die Lichtreflexion der Atmosphäre von stets in ihr vorhandenen kleinen Wasserdunstbläschen herrührt.

Als Forbes einst neben einem Dampfwagen stand, der durch sein Sicherheitsventil eine große Menge Dampf entließ, sah er zufällig die aufsteigende Dampfsäule vor der Sonne und war überrascht, sie sehr tief orangeroth gefärbt zu sehen. Später beobachtete er noch öfters dasselbe Phänomen und entdeckte eine wichtige Abänderung desselben. Einige Fuß über dem Sicherheitsventile, zu welchem der Dampf herausblies, war dessen Farbe für durchgehendes Licht das erwähnte tiefe Orangeroth; in größerer Entfernung jedoch, wo der Dampf vollständiger verdichtet war, hörte die Erscheinung gänzlich auf. Selbst bei mäßiger Dicke war die Dampfwolke durchaus undurchdringlich für die Sonnenstrahlen; sie warf einen Schatten wie ein fester Körper, und wenn ihre Dicke gering war, so war sie zwar durchscheinend, aber ganz farblos. Die Orangefarbe des Dampfes scheint daher einem besonderen Grade der Verdichtung anzugehören. Bei vollkommener Gasgestalt ist der Wasserdampf ganz durchsichtig und farblos, in jenem Uebergangszustande ist er durchsichtig und rauchroth, wenn er aber vollständig zu Nebelbläschen verdichtet ist, so ist er bei geringer Dicke durchscheinend und farblos, bei großer Dicke undurchsichtig.

Forbes wendet nun diese Beobachtung zur Erklärung der Abendröthe an. Als reine, farblose, elastische Flüssigkeit giebt der Wasserdampf der Luft ihre größte Durchsichtigkeit, wie man sie besonders dann beobachtet, wenn sich nach einem heftigen Regen der Himmel wieder aufhellt. Im Uebergangszustande läßt er die gelben und rothen Strahlen durch und bringt die Erscheinungen der Abendröthe hervor.

Diese Theorie erklärt auch sehr gut, daß das Abendroth in der Regel weit intensiver ist, als das Morgenroth, und das

Abendroth und Morgengrau Anzeichen schönen Wetters sind. Gleich nach dem Temperaturmaximum des Tages und vor Sonnenuntergang fangen der Boden und die Luftschichten in verschiedener Höhe an, Wärme durch Strahlung zu verlieren. Bevor sich aber in Folge dessen der Wasserdampf vollständig verdichtet, durchläuft er jenen Uebergangszustand, welcher die Abendröthe erzeugt. Des Morgens hingegen ist es anders. Die Dämpfe, welche bei Umkehrung des Processes wahrscheinlich das Roth erzeugt haben würden, steigen nicht eher auf, als bis die Wirkung der Sonne lange genug angehalten hat, alsdann ist aber die Zeit des Sonnenaufgangs vorüber, die Sonne steht schon hoch am Himmel. Das feurige Ansehen des Morgenhimmels rührt von der Anwesenheit eines solchen Ueberschusses an Feuchtigkeit her, in dessen Folge dann durch die Verdichtung in höheren Regionen wirklich Wolken entstehen, im Gegensatze mit der Tendenz der steigenden Sonne, sie zu zerstreuen; deshalb ist das Morgenroth als Vorbote baldigen Regens zu betrachten.

Einundzwanzigster Brief.

Das Funkeln der Sterne.

„Ich habe mehrere Jahre hinter einander bemerkt, wie an den Orten, an denen das Funkeln der Fixsterne überhaupt etwas Seltenes ist, der Eintritt der Regenzeit viele Tage im Voraus sich durch das zitternde Licht der Gestirne in großer Höhe über dem Horizont verkündigt. Wetterleuchten, einzelne Blitze am Horizont ohne sichtbares Gewölk oder in schmalen, senkrecht aufsteigenden Wolkensäulen sind dann begleitende Erscheinungen. Ich habe diese charakteristischen Vorgänge, die physiognomischen Veränderungen der Himmelsluft in mehreren meiner Schriften zu schildern versucht.“ Kosmos S. 89.

Da Sie ein Freund des gestirnten Himmels sind, so werden auch Sie gewiß schon bemerkt haben, daß der Anblick desselben ein sehr ungleicher ist, nicht nur rücksichtlich der Zahl der sichtbaren Sterne und der Höhe, in welcher die einzelnen je nach der Zeit erscheinen, sondern auch nach der Art ihres Leuchtens.

Zuweilen erscheint jeder Stern uns als ein still leuchtender Punkt, zuweilen dagegen sieht es aus, als wenn eine starke Bewegung oder ein Wechsel des Lichtes stattfinde. Für diesen letzteren Zustand giebt es keine passendere Benennung, als das Funkeln der Sterne, welches übrigens an den Planeten sich niemals so stark zeigt, als an den Fixsternen. Die Erklärung dieses Umstandes finden Sie S. 86 des Kosmos, wo auch die mit dem Funkeln verbundenen Farbenerscheinungen berührt sind. In unseren Breiten beobachtet man dieses Funkeln zuweilen in besonders hellen und kalten Winternächten, und es scheint dann mit der Bildung feiner Eisnadeln in unserer Atmosphäre in Verbindung zu stehen; weit deutlicher und öfter soll es indessen in einigen tropischen Ländern beobachtet werden, und gerade von diesem scheint v. Humboldt vorzugsweise zu sprechen. Was er darüber anführt, sind Alles Belege dafür, daß dieses Funkeln nicht etwas den Sternen Eigenthümliches ist, sondern nur durch einen besonderen Zustand der Atmosphäre hervorgebracht wird.

Die im Kosmos citirte Bemerkung Arago's über diesen Gegenstand lautet deutsch: „Ganz besonders merkwürdig ist bei der Scintillation (dem Funkeln der Sterne) der Wechsel der Farbe. Dieser Wechsel ist weit häufiger, als ihn die gewöhnliche Beobachtung angiebt. Wenn man nämlich das Fernrohr erschüttert, so verwandelt man dadurch das Bild des beobachteten Sternes in eine Linie oder in einen Kreis, und alle Punkte dieser Linie oder dieses Kreises erscheinen ungleich gefärbt. Läßt man das Fernrohr unbewegt, so sieht man alle diese bunten Bilder übereinander und deshalb weiß. Die Strahlen, welche sich im Brennpunkt einer Linse vereinigen, bewegen sich übereinstimmend oder nicht übereinstimmend, sie ergänzen oder zerstören sich, je nachdem die Schichten, welche sie durchlaufen, diese oder jene Brechung bewirken.

Die Vereinigung der rothen Strahlen zerstört sich allein, wenn sie, von rechts und links, von oben und unten einfallend, durch Mittel (Substanzen) von ungleichem Brechungsvermögen passiren. Wir sagten, sie zerstöre sich allein, weil die Verschiedenartigkeit des Brechungsvermögens, welche der Zerstörung der rothen Strahlen entspricht, nicht dieselbe ist, welche die

Zerstörung der grünen Strahlen bewirkt, und umgekehrt. Nach der Zerstörung der rothen Strahlen bleibt Weiß ohne Roth, das ist Grün. Wird im Gegentheil durch Interferenz das Grün zerstört, so bleibt ein weißes Bild ohne Grün, das ist ein rothes.

Um das Nicht- oder Wenigfunkeln der Planeten von großem Durchmesser zu erklären, muß man bedenken, daß die Scheibe eines solchen Sternes als eine Anhäufung von vielen für sich funkelnden Sternen betrachtet werden kann, deren verschieden gefärbte Bilder durch gegenseitige Deckung gemeinsam den Gesammteindruck von Weiß hervorbringen. Wenn man ein Diaphragma, einen von einem Loch durchbohrten Deckel auf die Objectivlinse legt, so erscheinen die Sternscheiben von einer Reihe leuchtender Ringe umgeben. Senkt man die Ocularlinse, so vergrößert sich der Durchmesser der Sternscheibe und in ihrer Mitte entsteht ein dunkler Punkt. Senkt man sie dann noch tiefer, so tritt an die Stelle des dunklen Punktes wieder ein leuchtender. Eine abermalige Senkung erzeugt wieder einen schwarzen Punkt u. s. w. Richtet man das Fernrohr in dem Augenblick, in welchem ein schwarzes Centrum sichtbar ist, auf einen Stern, welcher nicht funkelt, so bleibt dasselbe wie vorher. Wenn man dagegen das Rohr auf einen funkelnden Stern richtet, so erscheint das Centrum des Bildes abwechselnd dunkel und leuchtend. Dieses Verschwinden und Wiederhervortreten des Centralpunktes beweist direct die veränderliche Interferenz der Strahlen. Um die Abwesenheit des Lichtes in dem Centrum dieser vergrößerten Bilder zu begreifen, muß man bedenken, daß die durch das Objectivglas regelmäßig gebrochenen Strahlen sich nur im Brennpunkt wieder vereinigen und folglich auch nur da interferiren können. Diese vergrößerten Bilder, welche diese Strahlen hervorbringen, werden daher immer voll bleiben (ohne Loch). Wenn bei einer bestimmten Stellung des Ocularglases sich ein Loch in der Mitte des Bildes zeigt, so geschieht das dadurch, daß die regelmäßig gebrochenen Strahlen mit den am Rand des kreisförmigen Diaphragma gebeugten Strahlen interferiren. Die Erscheinung ist nicht constant, weil die Strahlen in dem einen Moment interferiren, im nächsten es nicht thun, da sie Luftschichten von ungleichem Brechungsvermögen durch-

schnitten haben. Diese Beobachtung liefert daher den Beweis für die Rolle, welche Luftschichten von ungleichem Brechungsvermögen bei dem Funkeln der Sterne spielen, wenn sie von Strahlen durchlaufen werden, deren Bündel sehr dünn sind.

„Aus dem Allem geht daher hervor, daß das Funkeln der Sterne zu den Interferenzerscheinungen des Lichtes gehört. Nachdem die Strahlen der Sterne eine Atmosphäre durchlaufen haben, in welcher ungleich warme, ungleich dichte, ungleich feuchte Schichten vorhanden sind, bilden sie bei ihrer Vereinigung im Brennpunkt einer Linse Bilder von stets wechselnder Intensität und Farbe, also solche Bilder, wie sie beim Funkeln sich zeigen. Das Funkeln zeigt sich aber auch außerhalb des Brennpunktes der Fernröhre. Die Erklärungen, welche Galilei, Scaliger, Kepler, Descartes, Hooke, Huyghens, Newton und John Michell vorgeschlagen haben, und welche ich in einer besonderen Abhandlung prüfte, sind unzulässig. Thomas Young, dem wir die ersten Gesetze der Interferenz verdanken, hielt das Funkeln für unerklärbar. Die Unrichtigkeit der früheren Erklärung durch aufsteigende und bewegte Dämpfe ist schon durch den Umstand bewiesen, daß wir das Funkeln mit bloßem Auge sehen."

Das Funkeln der Sterne in warmen Ländern ist eine Folge besonders vielen in der Atmosphäre schwebenden Wasserdampfes. Dadurch verliert die Atmosphäre an Durchsichtigkeit und ihre Strahlenbrechung wird größer. Wasserdampf ist nämlich eine constante, aber in sehr ungleichem Maße vorhandene Beimengung der atmosphärischen Luft. Die Quantität seiner Beimengung ist abhängig von der Größe der Oberfläche verdampfenden Wassers und von der Temperatur der Luft. Jeder Wärmegrad bestimmt nämlich einen besonderen Sättigungsgrad der Luft durch Wasserdampf, welcher nicht überschritten werden kann. Je höher die Temperatur ist, um so mehr Wasserdampf ist zu diesem Sättigungszustande erforderlich; beim Gefrierpunkt (0 Grad) z. B. kann ein Cubikmeter Luft im Sättigungszustande nur 5,4 Gramm Wasserdampf enthalten, bei 10 Grad Wärme dagegen 9,7 Gramm. Wird daher die Temperatur einer mit Feuchtigkeit gesättigten Luftmenge erniedrigt, so entsteht ein Niederschlag von Wasser, sei es nun als Nebel, Thau, Regen oder Schnee; wird

sie erhöht, so tritt die Befähigung ein, noch mehr Wasserdampf aufzunehmen.

Eine unmittelbare Folge von diesem Gesetz ist es, daß in den warmen Gegenden der Erde die Luft in der Regel weit mehr Feuchtigkeit enthält, als in den kalten, welchen Unterschied man jedoch keineswegs ohne Weiteres durch die Sinne wahrnehmen kann, da jeder Wasserdampfgehalt unter dem Sättigungsgrade keinen Eindruck von Feuchtigkeit hervorbringt. Ja es wird eine absolut sehr viel Wasserdampf enthaltende warme Luft allemal trocken erscheinen, z. B. feuchte Wäsche schnell trocknen, wenn der Sättigungsgrad für ihre Temperatur noch nicht erreicht ist, während ein anderer kälterer Luftstrom absolut viel weniger Wasserdampf enthalten kann, und doch nicht austrocknend wirkt, weil er mit Wasserdampf gesättigt ist.

Da aber für den Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre nicht die Temperatur allein bestimmend ist, sondern auch die Möglichkeit der Bildung von Wasserdampf, d. h. die Größe der benachbarten Wasseroberfläche, so ist die Atmosphäre über großen Festländern in der Regel weit weniger mit Wasserdampf gesättigt, als über dem Meere, oder über Küstengegenden.

Der in der Luft schwebende Wasserdampf (wohl zu unterscheiden vom sichtbaren Wasserdunst, z. B. im Nebel und in den Wolken) ist unsichtbar, durchsichtig im gewöhnlichen Sinn, aber nicht absolut durchsichtig. In großen Quantitäten bringt er kleine Einwirkungen auf die durchgehenden Lichtstrahlen hervor, wie eben das Funkeln der Sterne und jene Lichtschwächung, die v. Humboldt in den Ansichten der Natur mit den Worten beschreibt: „Ich habe gesucht den Eintritt der Regenzeit und die Symptome zu schildern, welche sie verkünden. Die tiefe und dunkele Bläue des Himmels entsteht aus der vollkommenen Auflösung der Dünste in der Tropenluft. Das Cyanometer (Messer der Himmelsbläue) zeigt lichtere Bläue an, sobald die Dünste anfangen, sich niederzuschlagen. Der schwarze Flecken im südlichen Kreuze wird in eben dem Maße undeutlich, als die Durchsichtigkeit der Atmosphäre abnimmt und diese Veränderung den nahen Regen verkündigt. Ebenso verlöscht dann der helle Glanz der Magellanischen Wolken (Nubecula major und minor). Die Fixsterne, welche vorher mit stillem,

nicht zitterndem Lichte wie Planeten leuchteten, funkeln nun selbst im Zenith. Alle diese Erscheinungen sind Folgen der sich vermehrenden und im Luftkreis schwebenden Wasserdämpfe." Es ist leicht begreiflich, daß man diese Erscheinungen vorzugsweise in den warmen Gegenden der Erde wahrnimmt, wo der absolute Dampfgehalt der Atmosphäre eben wegen der Wärme besonders groß sein kann.

Uebrigens finden zwischen dem Dampf- und Dunst- (Nebel) Zustand der atmosphärischen Feuchtigkeit gleichsam Uebergangszustände statt, wahrscheinlich der Art, daß sich vereinzelte Dunstbläschen bilden, und diese bringen dann mancherlei besondere optische Erscheinungen in der Atmosphäre hervor, so die rothe Färbung der Sonnenscheibe, die Höfe von Sonne und Mond u. s. w.

Es ist stets nöthig, diese von dem Zustand der Atmosphäre herrührenden Erscheinungen des Sternenhimmels sorgfältig von denen zu sondern, welche durch wirkliche Aenderungen in der Constellation oder Leuchtkraft der Sterne hervorgebracht werden. Es gleichen die ersteren den subjectiven Einflüssen oder Täuschungen des Auges beim Sehen, wenn wir uns nämlich die Erde als ein Auge denken, welches die Sternenwelt wahrnimmt. Es sind durch den subjectiven Standpunkt bedingte Erscheinungen.

Zweiundzwanzigster Brief.

Die Aberration.

„Gemessen wurde die Geschwindigkeit des reflectirten Sonnenlichtes durch Römer (November 1675) mittelst der Vergleichung von Verfinsterungs-Epochen der Jupiterstrabanten; die Geschwindigkeit des directen Lichtes der Fixsterne mittelst Bradley's großer Entdeckung der Aberration (Herbst 1727), des sinnlichen Beweises von der translatorischen Bewegung der Erde, das ist von der Wahrheit des copernicanischen Systems." Kosmos S. 90.

Sie fragen, was ist Aberration, von der im Kosmos mehrfach, besonders auch wieder S. 279 die Rede ist? Es ist

schwierig, durch bloße Beschreibung einen ganz deutlichen Begriff von dem Wesen dieser optischen Täuschung zu geben, ich will es indessen versuchen, doch müssen Sie dabei auf eine ganz scharfe mathematische Auffassung Verzicht leisten und sich vielmehr mit einer allgemeinen Erläuterung der Sache begnügen. Die Aberration ist eine scheinbare jährliche Bewegung aller Fixsterne, hervorgebracht dadurch, daß die Erde sich in ihrer Bahn um die Sonne bewegt und deshalb die von den Sternen ausgehenden Lichtstrahlen für den Beobachter auf der Erde stets etwas mehr von der Seite herzukommen scheinen, nach welcher die Erde sich hinbewegt, gerade so, wie ein senkrecht herabfallender Regen Ihnen dennoch unter dem Hut in das Gesicht schlägt, also von vorn zu kommen scheint, wenn Sie sich schnell nach einer Richtung hin bewegen. Die Erde bewegt sich in einer großen Ellipse, die Lichtstrahlen der Fixsterne scheinen deshalb einmal mehr von der einen, einmal mehr von der anderen Seite zu kommen, und dadurch entsteht für den Beobachter der Eindruck, als wenn jeder Stern selbst sich in einer kleinen Ellipse bewegte, die jedoch für alle die Sterne, welche ungefähr oder ganz in der Ebene der Erdbahn liegen, beinahe oder völlig zur geraden Linie wird, also zur Hin- und Herbewegung.

Die Größe dieser scheinbaren Bewegung, welche zuerst von J. Bradley aufgefunden wurde, als er seit 1725 mit Molineux nach der Parallaxe der Fixsterne suchte, ist natürlich abhängig von dem Verhältniß der Schnelligkeit des Lichtes und der Fortbewegung der Erde in ihrer Bahn. Wären beide gleich groß, so müßte der Winkel der Aberration ein halber Rechter, also 45° sein, da aber das Licht, wie zuerst Olf Römer aus den Eintrittszeiten der Verfinsterung der Jupitersmonde fand, in jeder Secunde 41,900 Meilen zurücklegt, zu welchem Weg die Erde 17 Minuten 11 Secunden braucht, das Licht also sich 10,211 mal schneller bewegt, als die Erde in ihrer Bahn um die Sonne, so beträgt dieser Aberrationswinkel nur 20¼ Secunden. Also so wenig, daß schon recht gute Instrumente dazu gehörten, um ihn zu finden. Ein großer Triumph menschlichen Könnens ist es jedenfalls, daß Beobachtung und Rechnung hier sehr gut übereinstimmen, d. h. die beobachtete Aberration ist gerade so groß, als sie sich durch Berechnung mit Zugrundele-

gung der beiden früher gefundenen Geschwindigkeiten ergiebt. Diese Uebereinstimmung liefert zugleich einen trefflichen Beweis für die Richtigkeit der Bewegung der Erde und der Schnelligkeit des Lichtstrahles.

Sie fragen, ob nicht auch die Fortbewegung des Sonnensystemes im Weltraume eine Aberration hervorbringe? Allerdings muß sie das, sie bleibt aber nothwendig unnachweisbar, so lange nicht genaue Firsternbeobachtungen aus dem jedenfalls sehr großen Zeitraume eines ganzen oder beinahe ganzen Umlaufes der Sonne in ihrer Bahn zur Vergleichung vorliegen, vorausgesetzt nämlich, daß diese Bahn eine kreisähnliche ist. Das bloße Fortbewegen bringt zwar jedenfalls eine Aberration hervor, sie kann aber nicht als solche erkannt werden, so lange nicht die Richtung der Fortbewegung sich hinreichend ändert. Sie ist daher auch ohne Einfluß auf die relative Richtigkeit der Ortsbestimmungen.

Um Ihnen recht sicher deutlich zu werden, will ich noch einen Vergleich hier anschließen. Wenn Jemand unter rechtem Winkel mit einer Büchsenkugel durch einen eben schnell vorübereilenden Eisenbahnwagen schießt, der Art, daß dadurch zwei Kugellöcher entstehen, wie in den letzten Jahren leider wohl öfter geschehen sein mag, so werden diese beiden Löcher, obwohl der Schütze rechtwinklig auf die Bahn zielte, eine schräge Richtung der Kugel andeuten, weil nämlich der Wagen, ehe die Kugel ihn durcheilte, selbst einen kleinen Weg zurücklegte. Die Kugel ist deshalb scheinbar schräg durch den Wagen geflogen; hätte ein darin Sitzender ihre Bahn verfolgen können, so würde er sie in schräger Richtung durch den Wagen haben fliegen sehen, und daraus, wenn er die eigene Bewegung des Wagens unberücksichtigt ließ, auf eine ganz falsche Richtung des Schützen geschlossen haben. Gerade so muß es dem mit der Erde Reisenden ergehen, wenn er die Strahlen der Sterne durch ein Fernrohr beobachtet, ohne die eigene Bewegung der Erde zu berücksichtigen.

Die Aberration ist wie das Funkeln der Sterne und wie die scheinbare tägliche Bewegung aller Himmelskörper um die Erde, für die letztere, d. h. für die Gesammtheit ihrer Bewohner, eine subjective optische Erscheinung, eine Täuschung, wohl

zu unterscheiden von der wahren Bewegung der Sterne. Es zeigt sich dabei ganz besonders deutlich die Wichtigkeit rein objectiver Beobachtung, welche alle diese subjectiven Erscheinungen absondert, mögen sie nun von einzelnen Individuen ausgehen, wie die Zahl der Strahlen, von denen man die Sterne umgeben sieht, oder vom gemeinsamen Standpunkt herrühren, wie die Aberration. In der Astronomie ist es möglich, den Täuschungen des Standpunktes, der Beleuchtung und der Sehhülfsmittel vollständig Rechnung zu tragen, die reine, nackte objective Wahrheit zu ermitteln; aber wer vermag das im Leben, und zumal im Staatsleben!

Dreiundzwanzigster Brief.

Beobachtung und Berechnung der Erscheinungen.

„Aus Römer's ersten Betrachtungen der Jupiterstrabanten schätzten Horrebow und Du Hamel den Lichtweg in Zeit von der Sonne zur Erde bei mittlerer Entfernung 14′ 7″, Cassini 14′ 10″; Newton, was recht auffallend ist, der Wahrheit weit näher 7′ 30″; Delambre fand, indem er blos unter den Beobachtungen seiner Zeit die des ersten Trabanten in Rechnung nahm, 8′ 13″, 2. Mit vielem Rechte hat Encke bemerkt, wie wichtig es wäre, in der sicheren Hoffnung bei der jetzigen Vollkommenheit der Fernröhre übereinstimmendere Resultate zu erlangen, eine eigene Arbeit über die Verfinsterungen der Jupiterstrabanten zur Ableitung der Lichtgeschwindigkeit zu unternehmen."

Kosmos S. 91.

Sie mögen daraus ersehen, wie sehr die ersten Versuche, die Geschwindigkeit des Lichtes zu bestimmen, in ihren Resultaten von einander abweichen, und ähnlich verhält es sich mit den meisten Bestimmungen dieser Art, wodurch jedoch keineswegs die Möglichkeit abgeschnitten ist, nach und nach sehr genaue Resultate zu erhalten.

Die Schnelligkeit der Lichtfortpflanzung ist eine so außerordentliche, daß sie die Grenzen unmittelbarer Wahrnehmung durch unsere Sinne gänzlich überschreitet. Sie ist viel tausendmal größer, als die Bewegungsgeschwindigkeit der Himmelskörper in ihren Bahnen, und schon diese ist so groß, daß wir die gewaltigen Massen nur als flüchtige Phantome an uns vor-

übereilen sehen würden, wenn unser Standpunkt ihnen bis auf wenige Meilen genähert wäre. Die einzelnen Gestaltungen ihrer Oberfläche würden wir in solcher Nähe ebensowenig unterscheiden können, als die Physiognomien in einem uns begegnend vorübersausenden Dampfwagenzug.

Bei den Himmelskörpern kommt die Entfernung der Beobachtung zu Hülfe, und diese ist bei den Weltkörpern jenseit unseres Sonnensystemes so groß, daß ihre Bewegung Null erscheint, und daß man sie deshalb Jahrtausende für gegenseitig unbewegt, für Fixsterne gehalten hat, obwohl man vor Copernicus die Erde für den Mittelpunkt des um sie bewegten Himmelsraumes hielt. Das heißt, man glaubte damals, das Himmelsgewölbe mit den Sternen drehe sich täglich um die Erde; die Fixsterne selbst aber stünden an diesem Gewölbe unveränderlich fest.

Um den Weg zu messen, welchen das Licht in einer bestimmten Zeit zurücklegt, bedurfte man solcher Entfernungen, wie sie der Himmelsraum darbietet. Indem man die eigenen Bewegungen der Erde, des Jupiter und seiner Trabanten, genau kannte, ließ sich mit einem großen Grade von Genauigkeit vorausbestimmen, in welchem Moment die Verfinsterung eines dieser Monde eintreten müsse, und wenn die genaue Beobachtung dieser Verfinsterung dann eine Differenz gegen die Rechnung zeigte, so konnte man aus dieser Verspätung des Sichtbarwerdens auf die Zeit schließen, welche das Licht braucht, um von dem Jupitersmonde bis zur Erde zu gelangen.

Aber Sie sehen wohl leicht ein, wie viel dabei auf die Richtigkeit der Rechnung sowohl, als auf die Genauigkeit der Beobachtung ankommt, denn es handelt sich überhaupt nur um wenige Minuten Zeitdifferenz.

Beobachtung und Rechnung, welche letztere sich stets auf vorhergehende Beobachtungen stützt, stimmen nun niemals ganz vollkommen mit einander überein. Ihre völlige Uebereinstimmung ist das Ziel aller astronomischen Arbeiten, dem man sich durch Vervollkommnung der Instrumente und der Theorie in der Methode stets mehr und mehr genähert hat, welches man aber voraussichtlich nie vollkommen erreichen wird. Während in früheren Jahrhunderten diese Abweichung ganze Winkelgrade oder

ganze Zeitstunden betrug, hat man sie nach und nach auf Minuten, Secunden oder Hunderttheile von Secunden reducirt. Dadurch ist diese Differenz in die engen Grenzen der unvermeidlichen Unvollkommenheit aller menschlichen Beobachtung verwiesen. In diesen Grenzen stimmen Beobachtung und Rechnung vollkommen mit einander überein.

Erlauben Sie mir, daß ich Ihnen darüber eine sehr lehrreiche Stelle aus Bessel's populären Vorlesungen mittheile:

„Die Bewegungen aller Himmelskörper so vollständig kennen zu lernen, daß für jede Zeit genügende Rechenschaft davon gegeben werden kann, dieses war und ist die Aufgabe, welche die Astronomie aufzulösen hat. Newton gab ihr keine neue, allein seine Entdeckungen begründeten die Hoffnung, die alte vollständig auflösen zu können. Daß dieses möglich sei, glaubte man vorher nicht; man war zufrieden, wenn man die Himmelskörper nur ohngefähr an den Ort des Himmels hinrechnen konnte, wo die Beobachtung sie wirklich zeigte. Kepler's Vorschriften leisteten dieses, indem sie die großen Abweichungen von der Wahrheit nicht mehr zeigten, an welche man bis dahin gewöhnt war; allein wenn völlige Uebereinstimmung gefordert wird, so muß man zugestehen, daß die Kepler'sche Astronomie sie noch nicht hervorbringen kann.

Der Unterschied erscheint, wenn man ihn oberflächlich betrachtet, vielleicht nicht so wesentlich, als er wirklich ist; einige Aufmerksamkeit zeigt aber, daß zwischen dem Ohngefähr und Genau eine gewaltige Kluft liegt. Denn wenn die Rechnung eine entschiedene Abweichung giebt, so ist sie unrichtig, und zwar, da Jeder sich vor Rechnungsfehlern hüten kann, in ihrem Principe unrichtig, d. h. sie ist auf eine Annahme gebaut, welche nicht das wahre Gesetz der Bewegung ist. Muß man zugestehen, daß man den Ort eines Himmelskörpers nicht so genau berechnen kann, wie die Beobachtungen ihn angeben können, so muß man also damit zugeben, daß man die wahre Natur seiner Bewegung nicht kennt. Dieses ist eben so wahr, wenn der Unterschied zwischen der Rechnung und der Beobachtung den kleinsten Theil, den man durch die stärksten Instrumente noch

wahrnehmen kann, beträgt, als wenn er auf einen ganzen Grad steigt; es ist wahr, wenn ein Unterschied entschieden vorhanden ist, auf die Größe desselben kommt es nicht an.

Nach Newton's Entdeckung trat sogleich das Bestreben hervor, die Uebereinstimmung zwischen der Beobachtung und der Rechnung vollständig zu machen. Dieses konnte nur gelingen, wenn zwei sehr verschiedene Aufgaben aufgelöst werden konnten: es mußten die astronomischen Beobachtungen so vervollkommnet werden, daß sie auch in kleinen Theilen Sicherheit erhielten, und ferner mußte die Theorie so entwickelt werden, daß das, was man aus ihr berechnen würde, ihr wirkliches Ergebniß und nicht eine mehr oder weniger unvollkommene Annäherung an dasselbe sein möchte.

Das 18. Jahrhundert zeigt uns das Bild einer Wechselwirkung beider Aufgaben auf einander, welche, mir wenigstens, als höchst interessant und als das wahre Wesen der Astronomie dieses Jahrhunderts erscheint. Durch Newton hatte die Theorie einen großen Fortschritt gemacht und war dadurch der Praxis vorgeeilt; diese machte nun Anstrengungen, mit der Theorie wieder in's Gleichgewicht zu kommen: sie mußte zuerst die Beobachtungsmethoden verbessern, und die verbesserten Methoden nach einem so ausgedehnten Plane anwenden, daß man Reihen sicherer Beobachtungen erhielte, durch welche man nicht nur die Richtigkeit der allgemeinen Theorie sollte prüfen, sondern auch diejenigen, für jeden Himmelskörper speciell geltenden Bestimmungen sollte erlangen können, deren Kenntniß die Anwendung der allgemeinen Eigenschaften der Bewegung auf jeden Himmelskörper voraussetzt. Um anschaulicher zu machen, was ich hiermit sagen will, will ich zwei Planeten unseres Sonnensystems, etwa Jupiter und Saturn, beispielsweise anführen: der Bewegung beider liegt, nach Newton's Lehren, dasselbe Gesetz zum Grunde; dennoch beschreibt der Eine eine ganz andere Bahn, als der Andere; die Umlaufszeit, die Entfernung, die Figur der Bahn, die Lage derselben — Alles ist bei beiden Planeten gänzlich verschieden. — Dieser Unterschied ist das Einzige, was den Saturn von dem Jupiter astronomisch unterscheidet, und um ihn kennen zu lernen, bleibt kein anderes Mittel, als den jedem der beiden Planeten eigenthümlichen Zustand der Bahn, aus den

Beobachtungen der Oerter an der Himmelskugel, an welchen er zu verschiedenen Zeiten erscheint, abzuleiten.

Die nothwendig gewordenen Anstrengungen der Praxis der Astronomie wurden, schon zu Newton's Zeit, und zwar auf der Sternwarte zu Greenwich, gemacht. Flamsteed war der Mann, der sich das Verdienst erwarb, große Verbesserungen der astronomischen Instrumente und der Beobachtungsmethoden einzuführen, und beide auf der genannten Sternwarte so in Thätigkeit zu setzen, daß er uns in drei Folianten, denen er den verdienten Titel Historia Coelestis Britannica gab, eine Reihe von Beobachtungen hinterlassen konnte, welche die vollständigste Rechenschaft von den Bewegungen der Himmelskörper, während des Vierteljahrhunderts, in welchem er sie verfolgte, gab.

Hierdurch kam die Praxis weiter, als daß die Theorie in dem unentwickelten Zustande, den sie noch besaß, ihr hätte folgen können.

Ich erlaube mir wiederum, anschaulicher zu machen, was unter dem unentwickelten und dem entwickelten Zustande der Theorie zu verstehen ist. Zuerst werde ich, um bei den schon genannten Planeten zu bleiben, einen derselben, etwa den Jupiter, ganz wegdenken, also den Saturn und die Sonne als allein vorhanden annehmen. Die neue, von Newton gegebene Lehre besteht darin, daß alle Körper, am Himmel wie auf der Erde, sich gegenseitig anziehen, welche Anziehung jedoch, beiläufig gesagt, für die irdischen Körper wenig merklich ist, indem die Kleinheit dieser Körper sie so unbedeutend macht, daß man nur durch die allerfeinsten Versuche eine Spur davon hat sichtbar machen können. Indem wir nun den Saturn und die Sonne betrachten, betrachten wir also keine andere Anziehung als die, womit die Sonne den Saturn und der Saturn die Sonne sich zu nähern streben; diese Anziehungen würden also unfehlbar beide Körper einander immer näher führen und mit dem Zusammenfallen beider endigen, wenn nicht etwas diesen Erfolg Verhinderndes vorhanden wäre. Dieses ist die nicht mit der Richtung der Anziehung zusammenfallende Bewegung, welche der Saturn, ohne daß wir wissen woher, am Anfange erhalten hat, und welche, nachdem er sie einmal besitzt, hinreicht, ihn fortwährend in einer Umlaufs-Bewegung um die Sonne zu erhalten;

so daß die Anziehung ihn nicht zum Zusammenfallen mit der Sonne bringt, wohl aber nach der Vollendung eines Umlaufes einen neuen erzeugt, der dem vollendeten in jeder Hinsicht vollkommen gleich ist. Dieses ist die nothwendige Folge der Newton'schen Lehre von der Anziehung; unumstößliche, mathematische Schlüsse führen von der einen zu der anderen. Denkt man sich aber noch den Jupiter zu der Sonne und dem Saturn hinzu, so zieht auch dieser Beide an, und der Saturn erfährt nun, außer der Kraft, welche, wenn sie allein wirkte, die eben erwähnte regelmäßige Bewegung zur Folge haben würde, noch die vom Jupiter ausgehende Anziehungskraft, deren Hinzukommen natürlich nicht ohne Wirkung bleiben kann, also eine Abweichung von der regelmäßigen Bewegung erzeugen muß.

Abweichungen dieser Art nennt man Störungen; sie sind eben so verwickelt, als das Gesetz, aus welchem sie hervorgehen, einfach ist. Die Entwickelung der Theorie ist die Berechnung dieser Störungen; und es wird nun anschaulich sein, wie die unentwickelte Theorie, d. i. die unvollständige, aus welcher man die Störungen weggelassen hatte, den Flamsteed'schen, bis auf Theile von der Größe dieser Störungen zuverlässigen Beobachtungen nicht mehr genau entsprechen konnte. — Jetzt mußte also die Theorie die ihr vorausgeeilten Beobachtungen einzuholen suchen; allein nachdem sie durch Newton einen so großen Schritt gethan hatte, war es in der Ordnung, daß ein Stillstand eintrat; man mußte sich erst an das Licht gewöhnen, welches die Finsterniß so plötzlich zertheilt hatte; man mußte aufhören, es zu bewundern, ehe man ernstlich daran denken konnte, es gehörig zu benutzen. — Man erkannte jetzt, daß die Aufgabe, die Störungen zu berechnen, eine Schwierigkeit besitzt, welche die äußersten Kräfte der Mathematik in Anspruch nimmt. Vor Newton hatte die Astronomie nicht mehr, als die Anfangsgründe der mathematischen Wissenschaften gefordert; jetzt machte sie Forderungen, welche die Mathematiker nicht befriedigen konnten, und welche, da sie doch befriedigt werden mußten, Anstrengungen erzeugten, deren Erfolg dem menschlichen Geiste stets zur höchsten Ehre gereichen wird. Die mathematische Analyse fing an, ihre gewaltigen Kräfte zu entfalten. — Clairaut und Euler lösten um die Mitte des Jahrhun-

derts die Aufgabe der Störungen; allein sie erschöpften sie nicht, obgleich sie sie über Flamsteed's vorangegangene praktische Leistungen hinaustrieben.

Da sah man die Möglichkeit der Auflösung einer Aufgabe, welche außer der astronomischen Wichtigkeit noch eine äußere besaß, und daher nicht nur von den Astronomen, sondern auch von denen, welche Einfluß auf die Beförderung der Astronomie ausüben konnten, mit allen Kräften unterstützt wurde. Es war erkannt worden, daß man aus einer genauen Kenntniß der Bewegung des Mondes große Hülfsmittel für die Seefahrt ziehen könne. Konnte man dahin gelangen, die Oerter des Mondes mit großer Genauigkeit voraus zu berechnen, so konnte der Schiffer die Länge des Punktes auf dem Meere, wo er sich auch befinden mochte, bestimmen. Die Regierungen der seefahrenden Völker waren zu jeder Unterstützung der Astronomie bereit, welche zu der Auflösung dieser Aufgabe führen konnte, und die so unterstützte Astronomie säumte nicht, das Ihrige zu thun. — Zuerst mußten die Beobachtungen noch weiter vervollkommnet werden, als schon durch Flamsteed geschehen war. Dieses geschah durch den großen Astronomen Bradley, der die Sternwarte zu Greenwich nicht nur im Jahre 1750 mit Instrumenten von einem ganz neuen Grade von Vollkommenheit versah, sondern auch damit eine Reihe von Beobachtungen machte, welche in jeder Hinsicht nichts zu wünschen läßt. Er beobachtete nicht nur anhaltend die Körper des Sonnen-Systems, sondern auch mehr als 3000 Fixsterne, und wiederholte dabei Alles, was Flamsteed schon gemacht hatte, jedoch mit ungleich größerer Genauigkeit und mit einem Beobachtungsgeiste, der die Bewunderung eines Jeden erregen muß, der aus eigener Erfahrung weiß, daß das Zählen der Pendelschläge der Uhr und das Ablesen der Theilungen des Instruments bei Weitem nicht hinreichend sind, eine Beobachtung wirklich brauchbar zu machen.

Nachdem die Beobachtungen in diesen Zustand gekommen waren, konnte ein deutscher Astronom vom größten Verdienste, Tobias Mayer, die Bewegung des Mondes gründlich und ordentlich erforschen. Er trug wirklich den Sieg davon, den man mit großer Anstrengung zu erlangen gesucht hatte; allein er wurde seiner That kaum froh, denn er starb fast mit Brad-

ley zugleich im Jahre 1762, ehe er seine Arbeit bekannt machen konnte.

Bradley hatte, wie ich schon gesagt habe, die Beobachtungskunst auf eine Höhe gebracht, welche es sehr schwer sein wird, noch beträchtlich zu übersteigen. Er war der Theorie, obgleich sie nun schon beträchtlich weit entwickelt war, wiederum bedeutend vorgeeilt, und die Wechselwirkung, die sich schon mehrere Male gezeigt hatte, mußte die Theorie zu neuen Anstrengungen treiben.

Diese Wechselwirkung trat wirklich auch wieder hervor, und zwei Geometer vom höchsten Range, Lagrange und Laplace, verherrlichten das letzte Viertel des Jahrhunderts durch einen Reichthum mathematischer Arbeiten, welche entweder geradezu astronomische Zwecke hatten oder, mit wenigen Ausnahmen, durch Schwierigkeiten erzeugt wurden, welche die Astronomie dargeboten hatte. Diese Arbeiten, deren Früchte Laplace in einem großen Werke, der Mécanique Céleste, zusammenbrachte, haben eine der großartigsten Ideen, welcher der menschliche Geist sich rühmen kann, verwirklicht, nämlich die Idee, alle Bewegungen, welche sich uns zeigen, aus einem Princip durch die Kraft der mathematischen Analyse allein abzuleiten, — alle Bewegungen, — von der Bewegung des Schalls in der Luft, also von den Zitterungen, welche die kleinsten Theilchen der Luft annehmen, an, — von den Bewegungen der noch unendlich feineren Lichttheilchen an bis zu den Bewegungen der gewaltigsten Weltkörper hin.

So wesentlich die Erforschung der Mechanik des Himmels für die Astronomie ist, so ist sie doch nicht selbst Astronomie, sondern diese muß erst auf den Grund gebaut werden, der durch jene gelegt wird. Ich habe vorher schon fühlbar zu machen gesucht, wie die Mechanik nur allgemeine Regeln geben kann, welche für alle Himmelskörper zugleich passen, und deren Anwendung auf die Bewegung eines einzelnen von ihnen specielle Bestimmungen erfordert, welche nur durch Beobachtungen und ihre Zusammenstellung mit der Theorie erlangt werden können. Die Astronomie hatte durch die Entwickelung der Newton'schen Lehre die Anwartschaft auf einen großen Reichthum erhalten, und es blieb ihr überlassen, sich in den Besitz desselben zu setzen.

Wir wollen sehen, was sie bis zum Ende des Jahrhunderts davon wirklich erlangte, und was ihr zu erlangen übrig blieb.

An Anstrengungen fehlte es nicht und einige Erfolge derselben werden dem Strom der Zeit trotzen. Ich rechne hierher die großartigen Unternehmungen Herschel's, wenn sie auch weniger auf die eigentliche Astronomie, als auf eine physikalische Beschreibung des Himmels gerichtet waren; ferner die Bemühungen um die Entdeckung und Berechnung der Kometen; endlich eine vollständigere Beobachtung der Fixsterne, welche der brave Lalande auf der Sternwarte der Ecole Militaire vornehmen ließ und welche die Oerter von fast 50,000 kleineren Sternen lieferte. — Allein trotz dieser lichten Punkte in der Geschichte der Wissenschaft gegen das Ende des Jahrhunderts und trotz des Eifers, den wir von mehreren Seiten wahrnehmen, geschahen doch nicht so große und entscheidende Fortschritte, als die Thaten Bradley's und Tobias Mayer's, denen das Jahr 1762 ein Ziel steckte, erwarten ließen. — Sei es nun, daß die Beobachtungen Bradley's und die nach seinem Tode auf seiner Sternwarte und mit seinen Instrumenten ununterbrochen fortgesetzten Alles zu gewähren schienen, was die Anwendung der Theorie erforderte; sei es, daß kein Führer vorhanden war, der die Lage der Sache im Ganzen übersehen und die Anstrengungen einem festen Ziele zulenken konnte — genug, das Ende des Jahrhunderts rechtfertigte nicht die Erwartungen, welche seine Mitte erregt. — Die Beobachtungen in Greenwich gingen, wie ich schon gesagt habe, ununterbrochen fort; der Nachfolger des großen Vorgängers war nicht ohne Verdienst, auch nicht ohne Sorgfalt, indem er die kleinsten Theile, welche die Instrumente angeben konnten, mit noch mehr Anstrengung, als früher geschehen war, beachtete; — allein dennoch war Bradley's Geist von der Sternwarte gewichen und die Sparsamkeit im Kleinen ersetzte nicht den Gewinn im Großen, den Bradley's Umsicht herbeizuführen gewußt hatte. Die Zusammenstellung der Beobachtungen mit der Theorie, aus welcher die Resultate, welche die Astronomie erlangen will, erst hervorgehen müssen, wurde vorzüglich in Frankreich, und zwar von Delambre, betrieben; allein er wußte seinen Arbeiten, bei welchen er es nicht an Anstrengung fehlen ließ, keinen so festen Grund zu geben, daß sie

nicht bald angefangen hätten, wankend zu werden. Man muß glauben, daß beide Astronomen, von welchen ich jetzt gesprochen habe, auf verschiedenen Seiten eines und desselben Hindernisses wegen aufgehalten worden sind; der eine, Maskelyne in Greenwich, beobachtete, ohne sich um den Zweck der Beobachtungen, d. i. ihre Nutzbarmachung für die Astronomie, zu bekümmern; der andere, Delambre, beobachtete nicht, oder wenigstens nicht so, daß es der Rede werth wäre, sondern bemühete sich, aus den Greenwicher Beobachtungen Nutzen zu ziehen. Wären Beide nicht auf den entgegengesetzten Seiten des Berges stehen geblieben, von dessen Spitze sie eine Uebersicht über das ganze Gebiet der Astronomie hätten erhalten können, so würden ihre ehrenwerthen Bemühungen noch durch bleibendere Erfolge belohnt worden sein.

Die Geschichte der Astronomie im achtzehnten Jahrhundert, von welcher ich einen flüchtigen Umriß zu zeichnen versucht habe, zeigt uns eine fortwährende Wechselwirkung der Theorie auf die Praxis und umgekehrt. Ich glaube, daß beide sich gerade auf diese Weise entwickeln mußten. Es fehlt wirklich an Veranlassung, die Theorie einer Erscheinung über die Grenzen hinaus auszubilden, auf welche unsere Wahrnehmung der Erscheinung beschränkt ist; und es ist eben so wenig Veranlassung vorhanden, die Wahrnehmung zu schärfen, wenn die Theorie, womit man sie vergleichen kann, noch nicht einmal bis an die ungeschärfte Wahrnehmung reicht. — Wir wollen jetzt sehen, welches Zeugniß die Ereignisse im jetzigen Jahrhundert ablegen; auf welche Art die Astronomie demselben Ziele zugeschritten ist, nach dem auch ihre Bewegungen im vorigen Jahrhunderte gerichtet waren.

Ich muß hier eine allgemeine Betrachtung vorausschicken, welche immer ihre Anwendung findet, wenn von der Erforschung quantitativer Bestimmungen die Rede ist, welche einer Erscheinung zum Grunde liegen, deren qualitatives Verhältniß bekannt ist. Man kann die quantitativen Bestimmungen nie erhalten, sondern sich ihnen nur nähern. — Alle Beobachtungen geben nicht, was sie geben sollen, sondern statt dessen eine Annäherung, welche bis auf weitere oder engere Grenzen der Wahrheit entspricht, je nachdem die Beobachtungsmittel und die Kunst, mit

welcher man sie anzuwenden versteht, mehr oder weniger unvollkommen sind. Vollkommen können aber beide nie sein, und daher können weder die Beobachtungen, noch die Resultate, welche man aus denselben zieht, mehr als Annäherungen an die Wahrheit sein. Der Beobachter wendet seine ganze Sorgfalt auf die Verengung der Grenze der Vollkommenheit, und nichts sucht er eifriger, als die Verbesserung der Hülfsmittel, deren er sich bedient. Die Zeit und die vollständigere Erkenntniß des Bedürfnisses bringen in dieser Beziehung immer bedeutende Erfolge hervor; in allen Zweigen der Naturlehre ist dieses der Fall gewesen, in der Astronomie in einem solchen Maße, daß die anfänglich sehr rohen Beobachtungen gegenwärtig einen bewunderungswürdigen Grad von Genauigkeit erhalten haben. Aber die allgemeine Natur aller Beobachtungen, nämlich Annäherungen an die Wahrheit zu sein, haben sie weder verloren, noch werden sie sie je verlieren.

Hieraus folgt, daß die Astronomie sich ihrem Ziele, welches die vollkommene Erkenntniß der Bewegungen der Himmelskörper ist, nur mehr und mehr nähern, dasselbe aber nie erreichen kann. Es würde also unverständig sein, wenn man von irgend einer Zeit fordern wollte, daß sie diese Bewegungen dermaßen kennen lehre, daß nie mehr etwas daran zu bessern wäre. Allein die vorhandenen Thatsachen können erschöpft werden, und dieses wird dann geschehen sein, wenn gezeigt worden ist, daß die Rechnung mit allen ihren vorangehenden Beobachtungen, innerhalb der Grenzen der Fehler derselben, übereinstimmt. Jede Zeit muß den Beweis hiervon führen oder den Tadel tragen, daß sie die Astronomie nicht so gefördert habe, wie sie hätte thun können. Denn wenn noch Abweichungen vorkommen, welche die Grenzen der Unsicherheit der Beobachtungen überschreiten, so zeigen sie entweder eine Unvollkommenheit der Kenntniß der Bahnen der Himmelskörper an und können dann durch Berichtigung derselben weggeschafft werden, oder sie deuten, wenn dieses nicht gelingt, eine Unrichtigkeit oder Unvollständigkeit der physischen Annahme an, auf welche die Rechnung gebaut ist; also gerade das, dessen Erkenntniß einer weiteren Vervollkommnung der Astronomie vorangehen muß.

Der Verfasser der Mécanique Céleste, Laplace, hat wieder-

holt ausgesprochen, das Newton'sche Gesetz der Anziehung sei hinreichend, alle Bewegungen am Himmel zu erklären. Es hat wirklich Vieles erklärt, auch sehr häufig etwas angegeben, was die Beobachtungen nachher bestätigt haben; die so oft durch den ausgezeichnetsten Erfolg gekrönten Bemühungen Laplace's, aus dieser Quelle tief verborgene Wahrheiten zu schöpfen, rechtfertigen sein größtes Vertrauen auf ihren unerschöpflichen Reichthum. Allein meines Erachtens ist der Beweis, daß die auf dieses Gesetz gegründete Theorie alle Beobachtungen vollständig erkläre, nicht wirklich geführt worden; und doch können wir nur durch diesen Beweis die Ueberzeugung erhalten, daß keine andere Ursache auf die Bewegung mitwirke. Klein von Wirkung müßte eine solche Ursache ohne Zweifel sein, indem, wenn auch der Beweis der vollständigen Uebereinstimmung nicht vorhanden ist, doch nicht geleugnet werden kann, daß die Uebereinstimmung mit starker Annäherung stattfindet. Allein die Astronomie, als Wissenschaft betrachtet, erkennt nichts als klein an, als wovon gezeigt werden kann, daß es sich ihren Beobachtungsmitteln gänzlich entzieht. Es muß also gezeigt werden, daß die Beobachtungen so wenig einen kleinen, wie einen großen Zusatz zu der Theorie fordern; und wenn sich dieses nicht zeigen ließe, würde die hierdurch einleuchtende Nothwendigkeit, einen Zusatz zu machen, eine ebenso willkommene Veranlassung zur Erforschung der Natur des Zusatzes sein, wenn sein Einfluß sich kaum durch die Unvollkommenheiten der Beobachtungen hindurch erkennen ließe, als wenn er augenfällig hervorträte."

Doch ich kehre nach dieser allgemeinen Abschweifung über Beobachtung und Rechnung zurück zu dem besonderen Gegenstande, zu der Messung der Geschwindigkeit des Lichtes. Die Neuzeit hat außerordentliche Fortschritte gemacht in der Vervollkommnung aller Beobachtungsmethoden. Die einzelnen Entdeckungen, die physikalischen Gesetze sind einander gegenseitig dienstbar geworden und schon ist es möglich, die Verzögerung eines Lichtstrahles zu erkennen, der den kurzen Weg von 12 Fuß durch Wasser zurücklegt, gegen einen anderen, der durch Luft geht. Ein solches Resultat konnte vor 50 Jahren auch der phantasiereichste Physiker sich nicht träumen lassen.

Ich möchte wohl versuchen, Ihnen wenigstens eine allge-

meine Idee von der Methode zu geben, wodurch es Foucault gelungen ist, die Lichtverzögerung auch in irdischen Räumen zu erkennen. Sie werden wohl früher bereits von dem Wheatstone'schen Rotationsspiegelapparat gehört haben. Indem man einen Spiegel sehr schnell um seine Axe drehen läßt, kann man erkennen, ob ein Lichtstrahl um ein Minimum von Zeit früher oder später, als ein anderer, von demselben reflectirt wird. Setzen wir den Fall, der Spiegel drehe sich in jeder Secunde 1000 mal um seine Axe, so macht er also in jeder Tausendtheil-Secunde eine volle Umdrehung. Seine Fläche durchläuft in dieser kurzen Zeit alle um eine Axe möglichen Richtungen, also 360 Grade oder 21600 Winkel-Minuten. Wenn nun auch nur alle eine volle Minute betragenden Winkelveränderungen desselben auf irgend eine Weise beobachtbar werden könnten, so würde dadurch die Tausendtheilzeit-Secunde doch schon in 21600 räumlich wahrnehmbare Theile getheilt werden können, d. h. man würde auf diese Weise den Unterschied von einer Einundzwanzigmillionentheil-Zeitsecunde erkennen können. Die Beobachtung geht indessen noch weiter, man kann noch kleinere Winkeldifferenzen als solche von einer Minute wahrnehmen, und zwar auf folgende Weise. Man läßt die Lichtstrahlen, nachdem sie von dem rotirenden Spiegel einmal reflectirt sind, durch einen zweiten festen Spiegel nochmals auf den rotirenden zurückwerfen und beobachtet nun durch angemessene Vorrichtungen, wie weit das zweite Bild durch die in der Zwischenzeit (während der Lichtstrahl nach dem festen Spiegel hin und zurück ging) erfolgte Drehung des Spiegels gegen das erste verrückt wird. Läßt man dabei den Weg zwischen beiden Spiegeln von einem Lichtstrahl durch Luft, von dem anderen durch Wasser zurücklegen, so ergiebt sich zugleich die Differenz der Geschwindigkeit in beiden Mitteln, und es hat sich dabei eben zur sicheren Bestätigung der Undulationstheorie ergeben, daß das Licht den Weg durch Luft schneller zurücklegt, als durch Wasser.

Noch ist man nicht befähigt, dadurch genaue Zahlenwerthe der Differenz zu erlangen, weil eines Theils die Umdrehungsgeschwindigkeit des Spiegels nicht vollkommen genau bestimmt werden und anderen Theils der Abstand der beiden Spiegelbilder nicht ganz genau gemessen werden kann. Aber die Differenz ist nachgewiesen und das ist vorläufig sehr viel.

Ich sagte oben, die einzelnen Entdeckungen seien einander gegenseitig dienstbar geworden. Es liefert auch der so eben beschriebene Apparat einen schönen Beweis dafür, indem man Anfangs die Umdrehungsgeschwindigkeit des Spiegels aus der Höhe des Tones zu erkennen suchte, den ein mit dem sich drehenden Spiegel verbundener musikalischer Apparat durch seine Umdrehung hervorbringt. Man weiß nämlich aus anderen akustischen Versuchen und Rechnungen, welche Umdrehungsgeschwindigkeit zu den einzelnen Tonarten erforderlich ist, so daß also hier die Akustik von der Optik zu Hülfe gerufen ward, um die Schnelligkeit zu ermitteln. Später ist es Foucault gelungen, diese Drehungsgeschwindigkeit auch auf andere Weise zu messen.

Vierundzwanzigster Brief.

Färbung der Sterne durch Bewegung.

„Directe Beobachtungen und sinnreiche Betrachtungen über die Abwesenheit aller Färbung während des Lichtwechsels der veränderlichen Sterne, auf die ich später zurückkommen werde, haben Arago zu dem Resultate geführt, daß nach der Undulationstheorie die Lichtstrahlen, welche verschiedene Farbe, und also sehr verschiedenartige Länge und Schnelligkeit der Transversal-Schwingungen haben, sich in den himmlischen Räumen mit gleicher Geschwindigkeit bewegen. Deshalb ist aber doch im Inneren der verschiedenen Körper, durch welche die farbigen Strahlen gehen, ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit und Brechung verschieden. Die Beobachtungen Arago's haben nämlich gelehrt, daß im Prisma die Brechung nicht durch die relative Geschwindigkeit des Lichtes gegen die Erde verändert wird. Alle Messungen gaben einstimmig als Resultat, daß das Licht von den Sternen, nach welchen die Erde sich hinbewegt, denselben Brechungs-Index darbietet, als das Licht der Sterne, von welchen die Erde sich entfernt. In der Sprache der Emissionshypothese sagte der berühmte Beobachter: daß die Körper Strahlen von allen Geschwindigkeiten aussenden, daß aber unter diesen verschiedenen Geschwindigkeiten nur eine die Empfindung des Lichts anzuregen vermag."

Kosmos S. 93.

Also Sterne, deren Lichtstärke einem Wechsel unterworfen ist, zeigen während dieses Lichtstärkewechsels nicht zugleich einen Farbenwechsel, und daraus schließt Arago, daß die einzelnen Farbenstrahlen des weißen Lichtes bei ihrem Durchgang durch

den Weltraum sich alle mit derselben Schnelligkeit und Schwingungslänge bewegen, was bei ihrem Durchgang durch durchsichtige irdische Körper, wie Luft, Glas u. s. w., nicht der Fall ist, wo vielmehr jedem Farbenstrahl eine andere Geschwindigkeit und Wellenlänge zukommt. Ist es doch sogar möglich geworden, die Zahl der Wellenschwingungen, welche durch die einzelnen Lichtstrahlen in bestimmten Zeiträumen hervorgebracht werden, durch sehr sinnreiche Methoden annäherungsweise zu berechnen, so ungeheuer auch diese Zahlen erscheinen mögen. Man hat nämlich für das rothe Licht in der Secunde 451 Billionen, für das gelbe 540 Billionen und für das violette sogar 662 Billionen Schwingungen (Wellenschläge) ausgerechnet. Wäre nun die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der einzelnen Farbenstrahlen durch den Weltraum ebenso, oder ähnlich verschieden, so würden durch die Fortbewegung der Erde nach gewissen Sternen zu, oder von anderen weg, Differenzen der Geschwindigkeit entstehen, welche sich an den Brechungswerthen im Prisma erkennen lassen müßten, was eben nicht der Fall ist, und ebenso würde dann der Lichtstärkewechsel der Sterne nach Arago's Ansicht von einem Farbenwechsel begleitet sein müssen. Wenn nämlich ein schwach leuchtender Stern, nicht durch Näherung, sondern durch Zunahme seiner Lichtintensität zum stärker leuchtenden wird, so setzt das voraus, daß der Stern neues Licht entwickelt und daß die Strahlen dieses neuen Lichtes zur Erde gelangen. Verhielte sich nun aber dabei der Weltraum ähnlich wie die irdischen durchsichtigen Körper, so würden die neu entwickelten Lichtstrahlen mit ungleicher Geschwindigkeit ihrer einzelnen Farben zur Erde gelangen, das violette Licht früher als das gelbe und dieses früher als das rothe, bis endlich von dem neuen Lichte alle einzelnen Farben bis zur Erde gelangt wären, so daß sie nun wieder gemeinsam weißes Licht bildeten.

Ich muß leider fürchten, Ihnen diesen Punkt, wie so manchen anderen, nicht vollständig klar machen zu können, wenn Sie sich nicht etwa früher schon viel mit Optik beschäftigt haben. Dagegen erlaube ich mir hieran eine durch Chr. Doppler in Wien herbeigeführte sehr wichtige Entdeckung anzuknüpfen, welche theilweise wenigstens denselben Gegenstand betrifft, und wesentlich darin besteht, daß die farbigen Sterne und ihre einzelnen

vorherrschenden Färbungen mit einer gewissen Gesetzmäßigkeit am Himmel vertheilt sind, welche mit der Fortbewegung unseres Sonnensystemes in Beziehung steht, der Art, daß in der Himmelsgegend, nach welcher diese Bewegung hin gerichtet ist, vorzugsweise viel blaue und violette Sterne erscheinen, während in der entgegengesetzten Richtung, also wo die Fortbewegung herkommt, unter den farbigen Sternen die orangen und rothen vorherrschen.

Chr. Doppler spricht sich darüber in Poggendorff's Annalen (B. 81. S. 270) selbst in folgender Weise aus:

„Ich habe eine bedeutende Anzahl solcher von Anderen zu ganz anderen Zwecken gemachter Beobachtungen, welche ganz für die Anwendbarkeit meiner Theorie auch auf gewisse Erscheinungen des Lichtes sprechen, zusammengestellt und bekannt gemacht, und bei dieser Gelegenheit wiederholt den Wunsch ausgesprochen, daß auch Andere sich bei dieser wissenschaftlichen Angelegenheit betheiligen möchten, da nach der Natur der Sache nur durch vereinte Kräfte hierin etwas Bedeutendes erzielt werden könne. Meine diesfallsigen Wünsche blieben auch nicht unerfüllt. Herr Sestini, Astronom am Collegio Romano zu Rom, hat, wie er selbst sagt, auf Veranlassung meiner kleinen Schrift über das farbige Licht der Doppelsterne, welche ihm zugekommen war, sich unter theilweiser Mithülfe des Herrn Ignazio Cagnoni und seines Collegen Antonio Groß, welchen letzteren er jedoch bald durch den Tod verlor, sich der mehrjährigen gewiß nicht unbedeutenden Mühe unterzogen, eine sorgfältige, bis dahin noch niemals unternommene Durchmusterung des gestirnten Himmels und eine genaue Bestimmung der Farbe des Lichtes der einzelnen Firsterne vorzunehmen. Er legt nunmehr die Resultate seiner verdienstlichen Beobachtungen in zwei Memoiren dem astronomischen Publicum vor, und es gewährt mir keine geringe Genugthuung, das Ergebniß seiner sorgfältigen Forschungen, als mit meiner Theorie im schönsten Einklang stehend, erklären zu können. Es können diese Resultate in nachfolgenden Punkten zusammengefaßt werden.

1. Die Farbe des Lichtes der Firsterne, welche keine Doppel- oder mehrfachen Sterne sind, ist ganz gegen die bisherige Meinung der Mehrzahl der Astronomen, die gemeinhin

nur den letzteren farbiges Licht zuerkannten, nicht bei allen die weiße und ebensowenig die gelbe, sondern es finden sich unter diesen Sternen in gar nicht unbeträchtlicher Menge solche von oranger, grüner, blauer und violetter Farbe mit allen möglichen Nüancirungen vor. — Die Sterne von gelblichem Lichte, mit theilweise schwacher farbiger Nüancirung, machen beiläufig die Hälfte von allen aus; — solche von weißem Lichte betragen ungefähr $^1/_5$, und jene von oranger Farbe etwas über $^1/_5$, so also, daß für die übrigen Farben nur ein schwaches $^1/_{10}$ von allen übrig bleibt.

2. Ganz gegen alles Vermuthen finden sich ferner diese farbigen Sterne durchaus nicht über das ganze sichtbare Himmelsgewölbe gleichförmig und noch viel weniger bezüglich der einzelnen Farben in gleichem Verhältnisse vertheilt vor, sondern es hat in dieser Beziehung ein auffallender und höchst beachtenswerther Unterschied statt. — Eine genaue von Herrn Sestini angestellte Vergleichung zeigt nämlich:

daß die weißen Sterne am hauptsächlichsten in der nördlichen Himmelshälfte und zwar etwa zwischen 60—90° nördlicher Breite sich vorfinden, die südlichen Gegenden dagegen daran sehr arm sind;

daß die bei Weitem meisten Sterne mit farbigem Lichte innerhalb einer Zone liegen, welche ohngefähr von 15° nördlicher bis 30° südlicher Breite reicht. Hier muß jedoch berichtigend hinzugefügt werden, daß man sich durch eine Einsicht in den seinen Memoiren beigefügten Catalog leicht davon überzeugt, daß dieser Gürtel nichts weniger, als mit dem Himmelsäquator parallel läuft;

daß ferner auf der nördlichen Hälfte dieser Zone verhältnißmäßig die meisten blauen und violetten, in der südlichen dagegen die meisten orangen und rothen Sterne sich vorfinden;

daß es endlich von allen Parthien des gestirnten Himmels keine giebt, an welcher im Vergleich zu den daselbst befindlichen anderen Sternen so viele blaue und violette Sterne vorkommen als jene, wo sich das Sternbild des Herkules befindet. Nun aber ist es bekannt, daß nach Herschel's und Argelander's Untersuchungen unser Planetensystem mit der Sonne als seinem Centralkörper aus der südlichen in die nördliche Hemisphäre

und zwar ungefähr in der Richtung vom Flusse des Eridanus gegen das Sternbild des Herkules hin sich bewegt. Es erscheint demnach nur als eine nothwendige Consequenz meiner aufgestellten Theorie, daß die südliche Himmelshälfte verhältnißmäßig mehr orange und rothe, die nördliche dagegen mehr blaue und violette Sterne zählen müssen, sowie insbesondere die Gegend, wo sich beiläufig Herkules befindet, von allen die meisten blauen und violetten enthalten müsse. Aus gleichem Grunde muß auch die südliche Himmelshälfte bedeutend ärmer an Sternen geringerer Größe sich zeigen, als die nördliche. — Ich habe in einer früheren Abhandlung des letzteren Umstandes ausdrücklich, des vorhergehenden wenigstens andeutungsweise erwähnt, und die Beobachtung hat meine, wie es mir schon damals schien, gegründeten Vermuthungen nicht zu Schanden werden lassen.

3. Das farbige Licht der einfachen oder der als solche geltenden Firsterne ist gleich jenem der Doppel- und mehrfachen Sterne höchst wahrscheinlich einer Aenderung unterworfen, die jedoch von einer viel längeren Dauer ist, als jene bei den bisher bekannten Doppelsternen. Für diese Ansicht sprechen, wenn auch nur wenige, doch gut constatirte Beobachtungen. Neben den bereits bekannten auffallenden Farbenänderungen des Sirius, führt Herr Sestini neuerlich noch die des Sternes β in den Zwillingen an, welcher Stern im Almagest als roth bezeichnet wird, während ihn doch heut zu Tage Jedermann zu den entschieden weißen rechnet.

4. Endlich hat Herr Sestini durch seine Beobachtungen, verbunden mit einer sorgfältigen Vergleichung früherer darauf bezüglicher Angaben, die Anzahl der bereits schon bekannten an Farbe veränderlichen Doppelsterne noch um mehrere vermehrt."

Hiernach könnte es scheinen, als seien die bunten Färbungen der Sterne nur subjective, d. h. durch die Bewegung der Erde hervorgebrachte; nicht wahre Farbenunterschiede der Sterne, was jedoch aus anderen Gründen durchaus unwahrscheinlich ist, besonders da manche wahre Doppelsterne, die also in derselben Richtung zur Sonnenbahn und beide ungefähr gleichweit entfernt liegen, dennoch entgegengesetzte Färbungen zeigen; ich werde mich daher durch den angeregten Zweifel, der nochmals bespro-

chen werden soll, nicht abhalten lassen, das bunte Leben auf den farbigen Doppelsternplaneten noch in einem besonderen Briefe zu besprechen.

Fünfundzwanzigster Brief.

Geschwindigkeit des Lichtes und der Elektricität.

„Vergleicht man die Geschwindigkeit des Sonnen-, Sternen- und irdischen Lichtes, welche auch in den Brechungswinkeln des Prisma sich alle auf ganz gleiche Weise verhalten, mit der Geschwindigkeit des Lichtes der Reibungs-Elektricität, so wird man geneigt, nach den von Wheatstone mit bewunderswürdigem Scharfsinn angeordneten Versuchen, die letztere auf das mindeste für schneller im Verhältniß wie 3 zu 2 zu halten. Nach dem schwächsten Resultate des Wheatstonischen optischen Dreh-Apparats legt das elektrische Licht in der Secunde 288,000 englische Meilen zurück oder 1 Statut-Meile (deren 69,12 auf den Grad gehen, zu 4954 Par. Fuß gerechnet) mehr als 62,500 geographische Meilen. Rechnet man nun mit Struve für Sternenlicht in den Aberrations-Beobachtungen 41,549, so erhält man den oben angegebenen Unterschied von 20,951 geographischen Meilen als größere Schnelligkeit der Elektricität." Kosmos S. 93.

Sie fragen mich, wie es komme, daß in dieser Stelle, ebenso wie Seite 63, die noch nicht gemessene Schnelligkeit des elektrischen Lichtes mit der des elektrischen Stromes in guten Leitern — 288,000 englische Meilen in der Secunde — gleich groß angenommen wird, während doch die Schnelligkeit des Sonnenlichtes höchstens 200,000 englische Meilen in der Secunde beträgt, und ich weiß in der That Ihnen darauf keine genügende Antwort zu geben. Die weitere Fortführung und Ausbildung der von Foucault und Fizeau nach Arrago's Angabe eingeleiteten Versuche wird hoffentlich die Schnelligkeit des elektrischen Lichtes wenigstens annähernd feststellen und somit über diese Frage entscheiden. Sicher aber dürfen wir uns, wie S. 94 weiter bemerkt wird, auch dann durch eine etwaige Differenz der Schnelligkeit des Sonnenlichtes und des durch uns zu Gebote stehende Hülfsmittel erzeugten elektrischen Lichtes noch nicht abschrecken lassen, beide als möglicher Weise ursach-

lich und wesentlich für einerlei zu halten, da offenbar die besondere Natur des Erzeugungsprocesses auch einen sehr großen Einfluß auf die besondere Natur und Schnelligkeit des elektrischen Lichtes haben kann. Mit anderen Worten, die Photosphäre der Sonne könnte, auch wenn eine solche Differenz der Lichtgeschwindigkeit wirklich stattfände, dennoch eine elektrische Ursache haben.

Sechsundzwanzigster Brief.

Telegraphenleitung durch die Erde.

„Die jetzt herrschenden Ansichten über das, was man „Verbindung durch Erdreich" zu nennen pflegt, sind der Ansicht von linearer Molecular-Leitung zwischen den beiden Drahtenden und der Vermuthung von Leitungs-Hindernissen, von Anhäufung und Durchbruch in einem Strome entgegen: da das, was einst als Zwischenleitung in der Erde betrachtet wurde, einer Ausgleichung (Wiederherstellung) der elektrischen Spannung allein angehören soll." Kosmos S. 96.

In der ersten Zeit, als man den galvanischen Strom zur telegraphischen Zeichengebung anwendete, stellte man die Verbindung der beiden Endpunkte durch zwei Drähte her, der Art, daß der Strom sich in dem einen hin, in dem anderen zurück bewegen könne. Die Erfahrung hat aber gelehrt, daß das nicht nöthig ist. Es bedarf nur eines einzigen Drahtes; seinen Rückweg oder seine Ausgleichung findet der Strom durch die Erde, und das ist es, was man „die Verbindung durch Erdreich" nennt. Ob man diese Verbindung durch Erdreich den Rückweg der Strömung oder eine Ausgleichung der an den Endpunkten entwickelten Elektricität nennen soll, kann dabei unentschieden bleiben; wesentlich ist nur, daß der Kreislauf der Strömung ebenso vollständig durch Vermittelung der Erde geschlossen wird, als durch einen zweiten Draht.

Die Physiker haben nicht vorhergesehen, daß das möglich sei, denn die Materialien, woraus die feste Erdkruste durchschnitt-

lich zu bestehen pflegt, sind keineswegs so gute Leiter für galvanische Ströme, daß ein aus ihnen hergestellter dünner Stab oder Draht auf solche Weise angewendet werden könnte.

Aber die Quantität ersetzt in diesem Falle vielleicht die Qualität. Es wird höchst wahrscheinlich überhaupt gar nicht eine specielle Rückströmung der durch den Draht nach einem entfernten Punkte geleiteten Elektricität erfordert und bewirkt, sondern die Masse der Erde reicht überall aus, um die frei werdende Elektricität zu vertheilen, und alle diese Vertheilungen gleichen sich sehr bald im Ganzen wieder aus. Daß es so sei, dafür spricht namentlich der Umstand, daß die Länge des Weges durch die Erde fast ohne allen Einfluß ist auf die Zeit der Mittheilung, während die Länge des Drahtes allerdings schon meßbare Unterschiede hervorbringt. Der Strom durch die Erde ist also nicht auf einen bestimmten linearen Weg beschränkt, sondern ihm steht gleichsam der ganze Erdkörper als Leitungsweg oder zur sofortigen Ausgleichung offen, und wenn auch auf diese Weise Hunderttausende von diesen Strömen nach allen Richtungen gleichzeitig durch den Erdkörper hindurch geleitet würden, so würde das keine Störung hervorbringen, keinen Einfluß haben auf die Arbeiten der einzelnen elektrischen Telegraphen, denn in dem Verbindungsdraht wird immer nur die eine gewünschte Strömung hervorgebracht, deren Signale an den Enden des Drahtes sichtbar oder wahrnehmbar werden.

Diese elektrischen Telegraphen bilden gleichsam eine äußerliche Ergänzung unseres Nervensystems, eine Verbindung der civilisirten Menschheit durch ein gemeinsames Nervennetz; was in Berlin gedacht wird, kann beinahe gleichzeitig in Wien empfunden werden oder umgekehrt.

Was soll aus den politischen Grenzen von Ländern werden, die künftig gleichsam nur gemeinsame Gedanken haben?

Siebenundzwanzigster Brief.

Geologische Betrachtung über die Wirkung der Sonne.

„Da es nach Analogie der schon eingesammelten Erfahrungen sehr wahrscheinlich ist, daß alle Weltkörper, wenn auch nur in sehr langen und ungemessenen Perioden, veränderlich sind im Raume wie in der Lichtstärke; so erscheint, bei der Abhängigkeit alles organischen Lebens von der Temperatur und Lichtstärke der Sonne, die Vervollkommnung der Photometrie (Lichtmessung) wie ein großer und ernster Zweck wissenschaftlicher Untersuchung. Diese Vervollkommnung allein kann die Möglichkeit darbieten, künftigen Geschlechtern numerische Bestimmungen zu hinterlassen über den Lichtzustand des Firmaments. Viele geognostische Erscheinungen, welche sich beziehen auf die thermische Geschichte unseres Luftkreises, auf ehemalige Verbreitung von Pflanzen- und Thierarten, werden dadurch erläutert werden.“ Kosmos S. 104.

Sie wissen, daß die Geologie für frühere Perioden ganz andere Wärmeverhältnisse unseres Erdkörpers nachgewiesen hat, als die gegenwärtigen sind. Aus der Vertheilung der Pflanzenarten, z. B. in der Steinkohlenbildungszeit, und ebenso aus der Vertheilung gewisser Meeresbewohner in verschiedenen anderen geologischen Zeiträumen, geht deutlich hervor, daß die Temperatur der Erdoberfläche einst nicht nur eine überall weit gleichförmigere, sondern auch eine wärmere gewesen ist, als jetzt, wo die Temperaturunterschiede zwischen den Aequatorial- und Polargegenden außerordentlich groß sind. Man hat diese Verschiedenheit und diese allgemeine Abnahme der Temperatur, abgesehen von der früher besprochenen Hypothese Poisson's, erklärt durch den allmäligen Erkaltungsproceß des Erdkörpers. Die einst überall höhere und gleichförmigere Temperatur — sagen die Geologen — war eine Folge der noch sehr hohen Innenwärme des Erdkörpers, wodurch zugleich die Zonenverschiedenheit bis zu einem gewissen Grade aufgehoben wurde, während jetzt die Temperatur der Oberfläche beinahe nur durch die Sonnenbestrahlung bedingt wird, welche außerordentlich verschieden ist am Aequator und an den Polen.

Es fragt sich nun aber, ob der durch die fossilen Organismen angedeutete historische Wechsel der Erdoberflächentemperatur nicht etwa durch eine Aenderung der Wärmeausstrahlung

der Sonne ganz oder theilweise erklärt werden könne? Hätten wir es nur mit einer Abnahme der Temperatur zu thun, so würde die Möglichkeit einer solchen Erklärung unzweifelhaft sein. Es handelt sich aber zugleich um ein immer deutlicheres Hervortreten der Wärmezonen. Auch die intensivste Wärmeentwickelung durch Sonnenbestrahlung würde jederzeit sehr ungleich gewesen sein, je nachdem die Strahlen am Aequator senkrecht oder an den Polen sehr schräg auffallen, je nachdem die Sonne das ganze Jahr hindurch ziemlich gleich einwirkt, oder nur einen Theil des Jahres hindurch. Es ist aber die Natur der Pflanzen in so hohem Grade abhängig nicht nur von der jährlichen Wärmesumme, sondern auch von der Art ihrer Vertheilung auf die einzelnen Jahreszeiten, daß es ganz undenkbar ist, die stärkere Sonnenwärme allein könnte in irgend einer Erdperiode eine in allen Erdzonen beinahe gleichartige Vegetation hervorgerufen oder möglich gemacht haben. Sie werden mir vielleicht einwenden, daß auch das Licht eine sehr wesentliche Bedingung für das Pflanzenleben ist, und daß daher auch die Erklärung durch höhere Innenwärme der Erde nicht ausreichen könne, jene auffallende Thatsache einer einst beinahe völligen Gleichheit der Vegetation in allen Erdtheilen zu erklären, da doch das Sonnenlicht jedenfalls stets nach Zonen und Jahreszeiten ungleich vertheilt gewesen sein muß, und zwar in derselben Weise wie jetzt, so lange die Bahn der Erde, und die Stellung ihrer Axe dieselbe war. Das ist allerdings richtig, aber ich muß Sie hier auf das verweisen, was im 28. Briefe über den früheren Zustand unserer Atmosphäre gesagt ist. Dieser war ein weit dichterer. Das Sonnenlicht wurde dadurch nothwendig überall mehr zurückgehalten als jetzt. Eine dickere und dichtere, wohl auch trübere (weniger transparente) Atmosphäre umgab die Erde. Wenn nun diese im Allgemeinen weniger Licht durchließ, so ist es leicht begreiflich, daß auch die Beleuchtungsdifferenzen in den ungleichen Erdzonen geringer waren als jetzt. Eine solche geringere Verschiedenheit der Beleuchtung, je nach Zonen und Jahreszeiten, macht es aber allerdings möglich, daß die Natur der Pflanzen überall eine weit gleichartigere war, ja daß einzelne Pflanzenformen sich über die ganze Landoberfläche der Erde ausbreiten konnten. Mit dieser

Deutung steht zugleich die Natur jener Vegetationsperioden im innigsten Zusammenhange und in vollster Harmonie. Die Flora der Steinkohlenzeit enthält beinahe nur blüthenlose Pflanzen, also solche, die zu ihrem Entwickelungsproceß wenig Licht bedürfen. Auch gegenwärtig finden wir die bunteste blüthenreichste und blüthenschönste Vegetation in den sonnigsten Ländern, in der Tropenzone. Nach den Polen hin nimmt die Farbenpracht und Mannichfaltigkeit der Blumen mehr und mehr ab. Wenn nun die Steinkohlenformation überall, wo man sie kennt, beinahe nur von blüthenlosen Kryptogamen (Farren, Equisetaceen und Lykopodien) Ueberreste enthält, so ist das in der That wohl ein Umstand, der sich zu Gunsten der gegebenen Erklärung deuten läßt, aber nicht sehr für die Schönheit jener Wälder spricht.

Dennoch bin ich weit entfernt, den Wechsel der Intensität der Sonnenbestrahlung als ein geologisch unwichtiges Moment zu bezeichnen. Hat er wirklich stattgefunden, so werden sich seine Folgen mit der Zeit auch noch nachweisen lassen. Gegenwärtig liegen sie für uns noch verhüllt in der Mannichfaltigkeit der Erscheinungen, aber der forschende Geist sucht mehr und mehr die Wirkungen der einzelnen ungleichen Ursachen von einander zu sondern, und jedenfalls verdient auch die hier im Kosmos angedeutete im hohen Grade die Beachtung der Geologen. Doch nichts bürgt uns bis jetzt dafür, daß eine solche Aenderung des Sonnenlichtes in geologischer Zeit wirklich stattgefunden hat, noch weniger natürlich, in welcher Richtung? — ob die Intensität eine größere oder eine geringere geworden ist? denn beide Fälle sind gleich denkbar.

Um Ihnen aber recht klar vor Augen zu führen, wie wichtig irgend eine Aenderung in der Sonnenbestrahlung für alle Verhältnisse des Lebens auf der Erde sein würde, erlauben Sie mir eine kleine Stelle aus Herschel's Outlines of Astronomie zu übersetzen, welche auch v. Humboldt in einer Anmerkung citirt: „Die Sonnenstrahlen sind die erste Quelle von beinahe jeder Bewegung, welche auf der Erdoberfläche stattfindet. Durch ihre Wärme werden die Winde hervorgerufen und jene Störungen im elektrischen Gleichgewicht der Atmosphäre, welche die Gewitter veranlassen, und wahrscheinlich auch die des Magne-

tismus der Erde und des Polarlichtes. Durch die belebenden Wirkungen der Sonnenstrahlen werden die Pflanzen hervorgelockt und befähigt, ihre Nahrung aus unorganischen Stoffen zu entnehmen; ist das geschehen, so dienen sie ihrerseits den Thieren und den Menschen zum Unterhalt oder werden die Ursache mächtiger Kohlenlager, dieser unermeßlichen Kraftquelle für den menschlichen Gebrauch. Durch die Sonnenstrahlen wird das Wasser des Oceans in Dampf verwandelt und zur Circulation durch die Atmosphäre getrieben, bis es wieder erkaltet niederfällt als Regen oder Schnee, Quellen und Flüsse veranlassend. Durch die Sonnenstrahlen werden alle die Störungen des chemischen Gleichgewichtes veranlaßt, welche durch eine Reihe von Verbindungen und Zersetzungen neue Producte hervorbringen und die Translocation von Stoffen bedingen. Selbst die langsame Verwitterung der festen Erdoberfläche, worauf hauptsächlich deren geologische Veränderungen beruhen, verdankt ihren Ursprung beinahe gänzlich auf der einen Seite den Wirkungen von Wind und Regen und dem Wechsel von Hitze und Frost, auf der anderen dem beständigen Anschlagen der Wogen des Meeres, hervorgerufen durch die Winde, die ihrerseits durch die Sonnenstrahlen bedingt werden. Die Wirkungen der Ebbe und Fluth (welche selbst zum Theil von der Sonne herrühren) üben hierauf nur einen vergleichsweise geringen Einfluß. Die Wirkung der wesentlich durch die Sonnenstrahlen bedingten Meeresströmungen, obwohl nicht sehr zerstörend, ist bedeutend durch Transportirung und Vertheilung der losgerissenen Materialien. Wenn wir den dadurch hervorgebrachten enormen Transport von Material betrachten, den hierdurch an einer Stelle vermehrten, an der anderen verminderten Druck, so ergiebt sich, daß indirect selbst die Wirkungen der vulkanischen Thätigkeit in gewissem Grade durch den Einfluß der Sonne regulirt werden.

Das große Geheimniß bleibt aber der Ursprung der Sonnenstrahlen. Ist es ein Verbrennungsproceß von ungeheuerer Energie? — oder gehen sie von einer elektrischen Photosphäre aus? Die Chemie mit allen ihren Entdeckungen verläßt uns hier vollständig oder scheint vielmehr die Aussicht auf eine wahrscheinliche Erklärung immer weiter hinaus zu schieben. Soll eine Vermuthung gewagt werden, so möchten wir lieber an die

Möglichkeit einer unermeßlichen Wärmeerzeugung durch Friction denken, oder durch elektrische Entladungen, als an die Verbrennung irgend einer festen oder gasförmigen wägbaren Substanz."

Achtundzwanzigster Brief.

Die Atmosphäre früherer Erdperioden.

„Nach dem, was uns die neuere Geologie über die alte Geschichte unseres Luftkreises vermuthen läßt, muß sein primitiver Zustand in Mischung und Dichte dem Durchgange des Lichtes nicht günstig gewesen sein." Kosmos S. 144.

Der früheste geologisch erschließbare Zustand des Erdkörpers war der heißflüssige. Dieser aber setzt eine so hohe Temperatur voraus, daß damals eine Menge Stoffe luftförmig sein mußten, die jetzt flüssig oder fest sind. So die Bestandtheile alles Wassers; aller Sauerstoff, der später zu Oxydationsprocessen im Mineralreiche verwendet worden ist; alle Kohlensäure, welche später zur Bildung von Kalkstein verwendet und von den Pflanzen zersetzt worden ist, die zum Theil in Kohlenlager umgewandelt wurden; aller Stickstoff, der nachher in das organische Reich übergegangen ist; große Quantitäten Schwefel, Phosphor, Chlor, Quecksilber u. s. w.

Die Atmosphäre der Erde mußte deshalb in jener Zeit nicht nur viel dicker, höher ausgedehnt, sondern auch viel dichter, specifisch schwerer sein. Sie war also nicht, wie jetzt, ganz vorherrschend eine Mengung von Sauerstoff und Stickstoff mit etwas Wasserdampf und Kohlensäure, sondern alle die genannten und noch viele andere Bestandtheile bildeten sie, waren in ihr aufgelöst. Das Athmen von Menschen und Thieren wäre damals unmöglich gewesen, jeder Zug hätte die Lungen vergiftet und seinen Zweck verfehlt. Thiere gab es noch nicht und auch keine Pflanzen.

Herr d'Orbigny hat sogar aus der Organisation der fossilen Thiere aller Erdperioden nachzuweisen gesucht, daß seit

dem ersten Auftreten des Thierreiches sich die Zusammensetzung der Atmosphäre nicht wesentlich verändert haben kann. Die Athmungswerkzeuge der ältesten Organismen sind nämlich denen der jetzt lebenden sehr analog, und zwar sowohl durch Kiemen, als durch Lungen athmende Thiere werden schon in sehr alten Formationen gefunden. Das verhindert jedoch nicht, daß auch in dieser bereits belebten Periode wenigstens der Kohlensäure- und Wassergehalt der Atmosphäre noch in gewissem Grade abgenommen haben kann.

Welcher Proceß hat nun aber die Luft, besonders in den frühesten Erdperioden, gereinigt und zum wesentlichen Lebenselement der Organismen umgeschaffen? — Die allmälige Erkaltung. Mit ihrem Fortschritt haben sich nach und nach jene Bestandtheile niedergeschlagen, zuerst die schwerer flüchtigen, ziemlich zuletzt das Wasser, der Stickstoff und der Kohlenstoff aus der Kohlensäure, welche aber alle auch noch jetzt constante Bestandtheile der Atmosphäre bilden. Der Niederschlag dieser Stoffe ward wesentlich durch das Sinken der Temperatur, dann aber auch durch den Proceß des Pflanzen- und Thierlebens bedingt, der außerordentliche Quantitäten Kohlenstoff und Stickstoff absorbirte und ersteren großentheils in Kohlenlagern deponirte. G. Bischoff schätzt den im Laufe der Zeit durch den Vegetationsproceß absorbirten und in Gesteinsschichten theils als Kohlenlager, theils als Bitumen fixirten Kohlenstoff allein so bedeutend, daß er, in einer Schicht vereinigt, den ganzen Erdkörper mit 46 Fuß Dicke umgeben würde. Das ist 6620 Mal so viel Kohlenstoff, als die gegenwärtige Atmosphäre aufnehmen könnte, wenn ihr ganzer Sauerstoffgehalt zu Bildung von Kohlensäure verwendet würde. Dabei ist aber alle der Kohlenstoff noch nicht veranschlagt, welcher sich in den kohlensauren Mineralien, z. B. in den sehr verbreiteten Kalksteinen, vorfindet.

Wenn nun schon in dieser einen Beziehung unsere Atmosphäre eine so große Aenderung erlitten hat, wie ganz anders müssen dann nicht, wenn wir Alles zusammenrechnen, die einstigen Verhältnisse des Luftdruckes der Beleuchtung durch die Sonne, der Feuchtigkeit u. s. w., gewesen sein? Und wenn die Atmosphäre sich im Laufe der Zeit so außerordentlich verändert hat, so drängt sich natürlich die Frage auf: wird sie sich nicht

auch fernerhin noch sehr verändern? Das würde sie jedenfalls, wenn die Erkältung des Erdkörpers noch bedeutend fortschreiten sollte. In diesem Falle würde möglicher Weise auch auf der Erde noch alles Wasser und alle Luft constant fest werden können, wie es in der That auf der Mondoberfläche flüssige und luftförmige Stoffe nicht zu geben scheint. Aus physikalischen Ermittelungen ergiebt sich jedoch, daß die gegenwärtige Temperatur der Erdoberfläche ganz vorherrschend, oder allein von der Sonnenbestrahlung abhängig ist. Es würde demnach nur ein Wechsel in der Temperatur der Sonnenbestrahlung, über welchen ich Ihnen im 27. Briefe Mehreres geschrieben habe, solchen Einfluß ausüben können, nicht aber die höchst unbedeutende, auf die Oberflächentemperatur einflußlose Wärmeabnahme, welche das Erdinnere durch ausgepreßte Lavamassen und durch das Ausströmen heißer Quellen erleidet.

Wenn also der im 27. Briefe gesetzte Fall einträte, wenn die der Erde von der Sonne aus zustrahlende Wärme sich für die Dauer wesentlich verminderte, so würde dadurch auch künftig eine sehr entschiedene Aenderung im Zustand der flüssigen und luftförmigen Erdhülle eintreten. Es würde möglicher Weise alles Wasser zu Eis werden und die Luft sich außerordentlich verdichten können. Ja bei sehr großer Verminderung könnte sogar die gesammte Atmosphäre erstarren und der Erdkörper dann in dieser Beziehung dem Monde ähnlich werden, auf welchem die Sonnenwirkung durch die zwei Wochen langen Nächte eine andere sein muß, als auf der Erde. Aber ein Grund, dies zu fürchten, ist noch nicht vorhanden.

Neunundzwanzigster Brief.

Zeitmessung.

„Neben der Klepsydra wurden nun auch schon Pendel-Oscillationen als Zeitmaß gebraucht." Kosmos S. 150.

Das älteste Zeitmaß, dessen sich die Menschen bedient haben, scheint die Klepsydra gewesen zu sein, eine Wasser-

uhr, ähnlich eingerichtet wie die Sanduhr. Die Aegyptier schrieben ihre Erfindung dem Hermes Trismegistos zu. Auch den alten Chinesen scheint dieselbe schon bekannt gewesen zu sein; in Griechenland und in Rom diente sie besonders dazu, den Rednern eine bestimmte Zeit zuzumessen, wie die Sanduhr an manchen alten Kanzeln. Gleich alten Ursprungs scheint die Sonnenuhr zu sein, wenn es auch noch unsicher ist, ob die Obelisken Aegyptens (1500 v. Chr.) als Sonnenzeiger dienten. Die Hebräer hatten ihre Hiskias (Sonnenuhren) schon 700 Jahre vor Christi Geburt. Als die Wissenschaften unter Arabiens Chalifen erblühten, wurde zuerst der Pendel als Zeitmaß angewendet, jedoch erst durch Huyghens 1670 als Regulator mit einer Uhr verbunden, die in derselben Periode sich aus dem unbequemen Räderwerk des zwölften Jahrhunderts zur bequemen Taschenuhr umwandelte, welche seit dieser Zeit immer kleiner und kleiner geworden ist. Der Fortschritt in diesen Apparaten der Zeitmessung ist unverkennbar, wenn auch sehr langsam. Was konnte die Klepsydra leisten gegen die Chronometer unserer Sternwarten?

Der Fortschritt ist aber ein weit rascherer geworden in den letzten Jahrzehnten, indem man sich mehr und mehr bemühte, nicht den Zeitlauf überhaupt, sondern nur einzelne kleine beschränkte Zeittheile möglichst genau zu messen. Die Zeit an sich kann man nicht messen, weil sie überhaupt nichts für sich, nichts Wesenhaftes ist, man kann sie nur durch den Raum messen, welchen ein gleichmäßig bewegter Körper, Lichtstrahl oder Schatten zurücklegt. Je schnellere Bewegungen man daher kennen und vergleichen, d. h. bestimmen lernte, um so bessere Hülfsmittel gewann man dadurch zur Zeitmessung. Rotirende Bewegung, Licht und Elektricität sind auf diese Weise die besten Hülfsmittel zur Zeitmessung geworden, während man umgekehrt ihre Geschwindigkeit durch Zeittheile gegenseitig, und verglichen mit den kosmischen Perioden, zu bestimmen sucht.

Eine große Unvollkommenheit der Zeitmessung war stets in der Unvollkommenheit unserer sinnlichen Wahrnehmung begründet. Auch diese ist mehr und mehr beseitigt worden, durch Vorrichtungen, welche die Messung gleichsam selbst bewirken,

mit Uebergehung der menschlichen Sinne. Ohne die Anwendung künstlicher Hülfsmittel ist die Wahrnehmung von Zeitunterschieden durch unsere Sinne keineswegs eine sehr feine, namentlich dann nicht, wenn die beiden Vorgänge, deren Zeitunterschied bestimmt werden soll, von verschiedenen Sinnesorganen, z. B. der eine vom Auge, der andere vom Ohr, aufgefaßt werden müssen. Ja es ist diese Genauigkeit sogar individuell ziemlich verschieden; die Differenz zwischen den Beobachtungen zweier Individuen kann nach Bessel's Untersuchungen sogar bis eine Zeitsecunde betragen.

Schon genauer sind die Beobachtungen, wenn sie nur durch einen Sinn vollzogen werden. So sehen wir an einer und derselben Stelle des Gesichtsfeldes zweimal hintereinander dieselbe Lichterscheinung aufblitzen, und erkennen sie noch als doppelt, wenn die Zwischenzeit auch nur 1/10 Secunde beträgt. Ist diese aber noch kleiner, so verschmelzen beide Erscheinungen zu einer, wie z. B. die Speichen eines sich schnell umdrehenden Rades, oder der Feuerkreis, den man durch eine schnell bewegte glühende Kohle hervorbringt. Das Ohr vernimmt ebenfalls schnell aufeinander folgende Stöße noch einzeln, wenn ihre Intervallen mehr als 1/10 Secunde betragen. Ist aber die Zwischenzeit geringer, so hört man nur ein Geräusch, oder, wenn sie unter 1/32 einer Secunde beträgt, einen gleichmäßigen Ton.

Die größere Unvollkommenheit in der zeitlichen Vergleichung von Wahrnehmungen verschiedener Sinne scheint darauf zu beruhen, daß zwischen ihnen der Gedanke zum Bewußtsein kommen muß: „Jetzt habe ich das Erste empfunden, aber noch nicht das Zweite. — Jetzt auch das Zweite." Der Gedanke des Menschen — wenigstens seine Aeußerung, Mittheilung, — ist aber keineswegs blitzschnell, sondern er braucht eine gewisse Zeit. Ja man kann behaupten, der elektrische Strom würde eben so schnell den Erdball in einem Draht umkreisen, als die Wirkung des Gedankens den Menschen durchläuft.

Wegen dieser Unvollkommenheit der Genauigkeit menschlicher Zeitbeobachtung, oder vielmehr Zeitmessung, hat man nun eben Apparate eingeführt, welche die Beobachtung und Notirung selbst besorgen, so daß die Ablesung des Resultates nachher mit aller Ruhe geschehen kann. Erlauben Sie mir, daß ich

Ihnen die Einrichtung, oder vielmehr das Princip einiger dieser Apparate, wenn auch nur ganz allgemein, beschreibe.

Da haben wir zunächst das Chronoskop; es besteht aus einem Zeiger, welcher durch Gewichte in sehr schnelle Umdrehung versetzt wird, derselbe läuft alle Secunden 10mal über ein, in 100 gleiche Theile getheiltes Zifferblatt, während ein anderer Zeiger die ganzen Umläufe notirt, wie der Stundenzeiger einer Uhr für den Minutenzeiger. Die Bewegung beider Zeiger ist aber so eingerichtet, daß sie durch Oeffnung oder Schließung eines galvanischen Stromes augenblicklich in vollen Gang gebracht, oder wieder aufgehoben werden kann. Richtet man nun den Versuch so ein, daß der Vorgang, dessen Zeitdauer man messen will, z. B. die Fallzeit eines Körpers, den galvanischen Strom selbst schließt und öffnet, ohne Zuthun des Beobachters, so läßt sich dadurch die verstrichene Zeit bis auf $^1/_{1000}$ Secunde genau messen. — Eine zweite Vorrichtung besteht, wie wir bereits im 23. Briefe gesehen haben, aus einem rotirenden Spiegel, welcher äußerst kleine Zeitintervallen einfallender Lichtstrahlen durch das Reflectiren in anderer Richtung sehr bemerklich macht.

Diese von Breguet und Wheatstone ausgehende Methode erlaubt bis jetzt die größte Genauigkeit, ist aber wie die erstere nur für gewisse Fälle anwendbar.

Eine dritte Methode, welche von dem um die elektrische Telegraphie sehr verdienten Siemons wesentlich vervollkommnet worden ist, besteht in einem rotirenden Cylinder, welcher auf seiner Oberfläche in möglichst viel Theile, etwa in 360 Grad oder in 720 halbe Grade, getheilt ist. Läßt man diesen Cylinder durch ein Uhrwerk in der Secunde 60 Umdrehungen machen, und stellt vor ihm eine bewegliche Spitze auf, welche so eingerichtet ist, daß sie durch den zu messenden Vorgang selbst, oder durch Vermittelung eines damit verbundenen galvanischen Stromes momentan an den Cylinder herangeschoben werden kann, so daß sie ihn leicht ritzt, so erhält man dadurch ein Mittel, ungefähr $^1/_{40000}$ einer Zeitsecunde (durch die halben Grade) zu messen. Natürlich muß dabei die Vorrichtung der Art sein, daß Anfang und Ende des Kritzes, sowie die Zahl der Umläufe ablesbar werden.

Endlich hat Pouillet schon 1844 vorgeschlagen, sehr

kleine Zeiten durch die Größe der Ablenkung zu messen, welche eine Magnetnadel durch einen vorbeigehenden elektrischen Strom von bekannter Intensität erleidet. Natürlich muß der zeitmessende Strom in diesem Falle wieder so mit dem Vorgange, dessen Dauer bestimmt werden soll, verbunden sein, daß dessen Anfang und Ende mit denen des Vorganges zusammenfällt. Je länger dann der zeitmessende Strom dauert, um so mehr lenkt er die Nadel ab, und die Größe der dadurch hervorgebrachten Schwingungen, welche lange fortdauern, läßt sich mit Hülfe eines von Gauß und Weber eingeführten Spiegelapparates sehr genau und ganz gemächlich beobachten.

Mit Hülfe solcher zeitmessender Apparate hat nun neuerlich Dr. Helmholtz sogar direct die Zeit gemessen, welche Empfindung und Wille bedürfen, um sich durch die Muskeln und Nerven des thierischen und menschlichen Körpers fortzupflanzen, was natürlich wieder im engsten Zusammenhange steht mit der Genauigkeit unmittelbarer menschlicher Zeitbeobachtung; denn jene Zeit ist es eben, welche der Genauigkeit hindernd entgegentritt.

Zu diesen Messungen eigneten sich zunächst am meisten die Gliedmaßen von Fröschen, doch wurden sie später auch an warmblütigen Thieren und selbst an lebenden Menschen ausgeführt, wobei natürlich nur durch besondere Reize hervorgebrachte unwillkührliche Bewegungen benutzt werden konnten. Helmholtz selbst sagt darüber:

„Die Nachricht von einem Eindruck, der auf das Hautende empfindender Nerven gemacht ist, pflanzt sich mit einer zu verschiedenen Zeiten und bei verschiedenen Individuen nicht merklich variirenden Geschwindigkeit von etwa 180 Fuß (in der Secunde) nach dem Gehirn zu fort. Im Gehirn angekommen, vergeht eine Zeit von etwa 1/10 Secunde, ehe der Wille auch bei der angespanntesten Aufmerksamkeit die Botschaft an die Muskelnerven abzugeben im Stande ist, vermöge welcher gewisse Muskeln eine bestimmte Bewegung ausführen sollen. Diese Zeit variirt besonders nach dem Grade der Aufmerksamkeit bei verschiedenen Personen und zu verschiedenen Zeiten bei derselben Person, und ist bei laxer Aufmerksamkeit sehr unregelmäßig und lang, bei gespannter dagegen sehr regelmäßig. Nun läuft die Botschaft wahrscheinlich mit derselben Geschwindigkeit nach den

Muskeln hin, und endlich vergeht noch etwa 1/100 Secunde, ehe der Muskel sich nach ihrer Empfangnahme in Thätigkeit setzt. Im Ganzen vergehen also von der Reizung der sensiblen Nervenenden bis zur Bewegung des Muskels 1 1/4 bis 2 Zehntheile einer Secunde."

Wir sehen also in der That, wenn wir an das zurückdenken, was oben über die Grenze der Ungenauigkeit unserer Zeitwahrnehmungen erwähnt wurde, daß die wirklich vorhandenen Zeitunterschiede in solchen Nervenvorgängen, welche wir als gleichzeitig vorauszusetzen gewöhnt sind, ganz nahe an jene Grenze heranstreifen, und daß uns wohl deshalb eben nicht feinere Unterscheidungen möglich sind, weil unsere Nerven nicht schneller arbeiten können. Die Astronomie lehrt uns, daß wir wegen der Fortpflanzungszeit des Lichtes jetzt sehen, was sich in der Fixsternwelt vor Reihen von Jahren zugetragen hat; daß wir wegen der Fortpflanzungszeit des Schalles später hören, als sehen, lehrt uns die tägliche Erfahrung. Die Fortpflanzung durch die Nerven scheint aber noch zehnmal langsamer zu erfolgen, als die des Schalles. Glücklicher Weise sind die Strecken kurz, welche unsere Sinneswahrnehmungen zu durchlaufen haben, ehe sie zum Gehirn kommen, sonst würden wir mit unserem Selbstbewußtsein weit hinter der Gegenwart und selbst hinter den Schallwahrnehmungen herhinken; glücklicher Weise also sind sie so kurz, daß wir es nicht bemerken und in unseren praktischen Interessen nicht dadurch berührt werden. Für einen tüchtigen Wallfisch ist es vielleicht schlimmer; denn aller Wahrscheinlichkeit nach erfährt er vielleicht erst nach einer Secunde die Verletzung seines Schwanzes, und braucht eine zweite Secunde, um dem Schwanz zu befehlen, er solle sich wehren.

Dreißigster Brief.

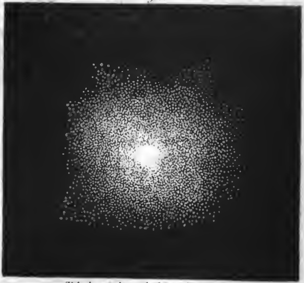
Sternzahl und Gruppirung.

„Die ohngefähren Schätzungen, die man über die Zahl der Sterne gewagt, welche mit den jetzigen einen großen Raum durchdringenden Fernröhren am ganzen Himmel dem Menschen sichtbar seyn könnten, mögen hier auch ihren Platz finden. Struve nimmt für das Herschel'sche 20füßige Spiegelteleskop, das bei den berühmten Stern-Eichungen (gauges, sweeps) angewandt wurde, mit 180maliger Vergrößerung, für die Zonen, welche zu beiden Seiten des Aequators 30° nördlich und südlich liegen, 5800000, für den ganzen Himmel 20374000, an. In einem noch mächtigeren Instrumente, in dem 40füßigen Spiegelteleskop, hielt Sir William Herschel in der Milchstraße allein 18 Millionen für sichtbar.

Unter der zahllosen Menge von Sternen, die an dem Himmel glänzen, sind wesentlich von einander zu unterscheiden, in Hinsicht auf die muthmaßliche Gestaltung des Weltbaues und auf die Lage oder Tiefe der Schichten geballter Materien: die einzeln, sporadisch zerstreuten Fixsterne; und diejenigen, welche man in abgesonderte selbstständige Gruppen zusammengedrängt findet. Die letzteren sind Sternhaufen oder Sternschwärme, die oft viele Tausende von teleskopischen Sternen in erkennbarer Beziehung zu einander enthalten, und die dem unbewaffneten Auge bisweilen als runde Nebel, kometenartig leuchtend, erscheinen.“ Kosmos S. 156.

Die Aufgabe, welche in jenem bekannten niedlichen Gedichte der Kaiser dem Abt von St. Gallen stellte, und welche dessen kluger Schäfer so launig löste, hat man also doch alles Ernstes zu lösen versucht, d. h. man hat die Sterne am Himmelszelt gezählt, und soweit sie dem unbewaffneten Auge als einzelne Sterne sichtbar sind, ist das auch wirklich gelungen; ja die Zahl dieser dem Auge sichtbaren Sterne ist gar nicht einmal so enorm groß, als es bei flüchtiger Beschauung den Anschein hat: sie beträgt nur 5000 bis 5800, darunter etwa 20 Sterne erster Größe, 65 zweiter, 190 dritter, 425 vierter, 1100 fünfter und 3200 sechster. Die Zahl wächst mit abnehmender Größe außerordentlich, so daß die Summe aller bis 7ter Größe bekannten Sterne schon gegen 18000 beträgt. Aber so viele Sterne sind natürlich nicht auf einmal und nicht von einem Standpunkte aus sichtbar. Auf einmal übersieht man stets nur den halben Himmel, also etwa 2900 Sterne, mit bloßem Auge, und von deutschem Boden aus überhaupt etwa 3800 Sterne.

Fig. 1.



Teleskopisch aufgelöster Rundnebel.

Fig. 2.



Nicht aufgelöster elliptischer Nebel im Gürtel der Andromeda.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Lpzg.

Diese Sterne sind aber am Himmel sehr ungleich vertheilt, nicht nur drängen sie sich nach der Region der Milchstraße hin dichter und dichter zusammen, sondern es lassen sich auch außerdem Gruppen größerer oder geringerer Anhäufung unterscheiden. Am auffallendsten sind die sogenannten „Sternhaufen oder Sternschwärme, die oft viele Tausende von teleskopischen Sternen in erkennbarer Beziehung zu einander enthalten, und die dem unbewaffneten Auge bisweilen als runde Nebel, kometenartig leuchtend, erscheinen." Man hat sie darum lange Zeit nur für leuchtende kosmische Nebel gehalten, bis die immer größere Vervollkommnung der Instrumente auch immer mehr derselben in Haufen oder Gruppen von Sternen auflöste, so daß nun in der That kein Grund mehr vorhanden ist, die der Auflösung zur Zeit noch unzugänglichen Lichtnebel für etwas Anderes als sehr ferne Sterngruppen zu halten.

Die Abbildungen auf Taf. I. werden Ihnen am besten eine Idee geben von einem solchen ungelösten (Fig. 2) und von einem teleskopisch aufgelösten Lichtnebel (Fig. 1).

Die Astronomen sind der Meinung, daß diese fernen Sternhaufen vielleicht der großen Weltinsel (dem Milchstraßensystem) gleichen, in welcher wir uns bewegen, und deren äußerer Rand oder Ring durch die Milchstraße bezeichnet wird. Mit dieser Ansicht steht der Umstand sehr gut in Uebereinstimmung, „daß runde Nebelflecke sich bei gleicher Oeffnung und Vergrößerung des Fernrohrs leichter in Sternhaufen auflösen als ovale." (Kosmos S. 179.) Wenn sie nämlich, wie man von unserer Sterngruppe vermuthet, ebenfalls linsenförmig gestaltet sind, so ist es leicht begreiflich, daß eine solche Linse von ihrer breiten, kreisförmigen Seite gesehen leichter in die einzelnen, in dieser Richtung nicht so gedrängt stehenden Sterne zerfällt werden kann, als eine andere, die in der Richtung ihrer Kanten und folglich elliptisch gesehen wird.

Denken oder zeichnen Sie sich eine mit lauter Punkten bedeckte Kreisfläche, wenn Sie diese von oben betrachten, so daß sie kreisförmig erscheint, so werden Sie die einzelnen Punkte leichter unterscheiden können, als wenn Sie schräg darauf blicken, so daß die Fläche als Ellipse erscheint; ähnlich ist es mit einer aus lauter Sternen bestehenden Linse, je nachdem Sie dieselbe von

der breiten, aber nicht dicken, oder von der schmalen, aber dicken Seite her betrachten, sie wird sich im ersteren Falle leichter als aus lauter einzelnen Sternen zusammengesetzt erkennen lassen, als im letzteren. Beide Fälle kommen vor und Sie finden dieselben auf Taf. I. versinnlicht.

Der Weltraum würde hiernach eine unbegrenzte Zahl einzelner linsenförmiger Sterngruppen enthalten, deren einzelne Sterne sehr wahrscheinlich in gewissen Beziehungen zu einander stehen, etwa sich um einen gemeinsamen Schwerpunkt bewegen und gerade deshalb linsenförmig gestaltet sind, was mit der berühmten Theorie Laplace's in vortrefflichem Einklang steht, nach welcher diese Form eine Folge der Entstehungsweise ist. Sich um eine Axe schwingende Nebelmassen mußten sich durch Centrifugalkraft linsenförmig abplatten, und wenn nachher aus dem Nebel sich einzelne feste Himmelskörper ausschieden, so können diese nur innerhalb des Raumes der großen Rotationslinsen liegen und sich bewegen.

Sie sehen wohl, es sind bis jetzt nur Ahnungen, die man von der Gruppirung der Himmelskörper im Weltraum hat, aber die Erkenntniß des Gegenstandes ist so sehr im Vorschreiten begriffen, daß man erwarten kann, der menschliche Scharfsinn werde einst auch diese Verhältnisse des Weltbaues in einem weit höheren und vollkommneren Grade erkennen, als jetzt. Dann aber werden neue Probleme weit jenseits der Grenzen der jetzigen sich ihm eröffnen. Ein endlicher Abschluß ist nicht denkbar.

Wer die Natur mit der vorgefaßten Idee der Zweckmäßigkeit nach menschlichen Begriffen betrachtet, dem könnte es scheinen, daß trotz der Vielzahl der Sterne durch ihre ungeheuren Entfernungen von einander eine gewisse Raumverschwendung in der Weltordnung herrsche. Aber was ist Raumverschwendung, wo keine Grenzen des Raumes sind? Wem unendliche Mittel im wahren Sinne des Wortes zu Gebote stehen, der mag noch so viel verschwenden, er wird nie seine Mittel erschöpfen.

Einunddreißigster Brief.

Die Photosphäre.

„Eine große Naturrevolution muß allerdings auf der Oberfläche oder in der Photosphäre eines solchen Fixsternes (einer fernen Sonne, wie schon Aristarch von Samos die Fixsterne würde genannt haben) vorgegangen sein, um den Proceß zu stören, vermöge dessen die weniger brechbaren rothen Strahlen durch Entziehung (Absorption) anderer Complementar-Strahlen (sei es in der Photosphäre des Sternes selbst, sei es in wandernden kosmischen Gewölken) vorherrschend wurden.“

Kosmos S. 169.

Ist man berechtigt, von unserer Sonne auf die übrigen Fixsterne zu schließen, so ist es nicht wahrscheinlich, daß sie von der Oberfläche ihres festen Körpers aus leuchten, vielmehr muß man vermuthen, daß dieser bei allen an sich dunkel, aber von einer leuchtenden Atmosphäre umgeben ist. Diese vermuthete Lichthülle, oder vielmehr leuchtende Hülle, hat man Photosphäre genannt. Aber natürlich nur an unserer Sonne lassen sich über deren Dasein und Zustand einige Beobachtungen anstellen. Ich werde versuchen, Ihnen zu zeigen, welche besondere Umstände für das Vorhandensein einer solchen Lichthülle um den an sich dunkelen Sonnenkörper sprechen, und es zugleich wahrscheinlich machen, daß dieselbe nicht eine einfache, unveränderliche und gleichmäßige ist.

Wenn man die Sonne durch ein gutes Teleskop betrachtet, so zeigen sich auf ihrer Oberfläche in gewissen Regionen häufig ziemlich große und ganz schwarze Flecke, umgeben von etwas weniger dunklen Rändern, welche man Penumbra (Halbschatten) genannt hat. Die dunklen Flecke selbst haben oft eine unregelmäßige Gestalt, wie Taf. II. Fig. 1., und der Halbschatten oder Hof derselben zeigt sich manchmal wie radial gefaltet. Kleinere wie größere Flecke kommen zwar oft auch einzeln vor, häufiger jedoch sind mehrere zu Gruppen vereint, in denen man zuweilen Hunderte beisammen sieht. Dieselben sind jedoch nicht constant; wenn man sie von Tag zu Tag oder von Stunde zu Stunde überwacht, so erkennt man, daß sie ihre Form verändern, sie vergrößern oder verkleinern sich, sie verschwinden ganz, oder es treten neue hervor. Wenn sie verschwinden, so zieht sich zunächst der dunkle Centralfleck zu einem Punkt zusammen, und

11 *

wenn auch dieser verschwunden ist, so sieht man immer noch eine Zeit lang seinen halbdunkelen Rand. Es kommt auch vor, daß einzelne Flecke sich theilen, oder mehrere sich vereinigen, und bei allen diesen Veränderungen zeigen sie einen so hohen Grad von Beweglichkeit, wie wir ihn nur an elastischen gasförmigen Flüssigkeiten kennen.

Wegen der großen Entfernung der Sonne können auf ihrer Oberfläche nur solche Flecke uns sichtbar werden, deren Durchmesser über 90 Meilen beträgt, was bei kreisförmiger Gestalt einem Flächenraum von mindestens ungefähr 8500 □Meilen entspricht. Man hat aber einzelne solche Flecke beobachtet, deren Durchmesser $1/20$ des Durchmessers der Sonnenscheibe, also gegen 10,000 Meilen betrug. Da nun selbst so große Flecke innerhalb 6 Wochen durch Zusammenrücken ihrer Ränder wieder gänzlich verschwunden sind, so muß die Schnelligkeit ihrer Bewegung ganz außerordentlich gewesen sein, in 24 Stunden durchschnittlich beinahe 250 Meilen betragen haben.

Außer den individuellen Gestaltänderungen zeigen alle diese Flecke auch eine gemeinsame Bewegung, welche man durch Umdrehung der Sonne um ihre Axe erklärt, und dadurch ist es möglich geworden, die Lage dieser Axe und des Sonnenäquators, sowie die Umdrehungsgeschwindigkeit derselben zu bestimmen. Die Umdrehungszeit beträgt $25\frac{1}{2}$ Tage.

Es finden sich die dunklen Flecke nicht in allen Theilen der Sonnenoberfläche, sondern vorzugsweise nur in der Nähe des Aequators bis höchstens 30 Grad nach beiden Polen zu, nie in den Polarregionen. Am allerhäufigsten zeigen sie sich in der nördlichen Sonnenhemisphäre zwischen 11 und 15 Grad nördlicher Breite, nicht so häufig am Aequator selbst und auch nicht ganz so oft in der südlichen Hemisphäre.

In der Nähe der größeren Flecke oder ihrer Gruppen beobachtet man sehr oft unregelmäßig gewundene und verzweigte Regionen von einer ganz besonderen Helle und Lichtstärke, sogenannte Sonnenfackeln (Taf. II. Fig. 2.) am häufigsten dann, wenn die Flecke dem östlichen oder westlichen Rande nahe stehen. Manchmal sind diese Fackeln auch wohl die Vorläufer neu ausbrechender Flecke, die sich nachher zwischen ihnen zeigen. Auch die Fackeln besitzen eine große Beweglichkeit.

Aber selbst die Regionen der Sonnenoberfläche, welche keine solchen eigentlichen Sonnenflecke und Fackeln zu enthalten pflegen, sind keineswegs ganz gleichförmig und unveränderlich. Vielmehr hat die ganze Sonnenoberfläche gewöhnlich ein gleichsam marmorirtes oder wie mit Sand bestreutes Ansehen. Durch starke Vergrößerung unterscheidet man eine Menge äußerst feiner mattgrauer Pünktchen von veränderlicher Gestalt und Lage. Sie gleichen am meisten gewissen wolkigen, chemischen Niederschlägen in Flüssigkeiten. Die Aehnlichkeit ist so groß, daß man sich bei ihrer Betrachtung kaum von dem Gedanken losreißen kann, es seien mit einem flüssigen Lichtmedium nicht leuchtende, aber ziemlich durchsichtige Gase gemengt, die darin schwimmen, wie die Wolken in unserer Atmosphäre.

Aber was sind nun eigentlich diese Flecke, Fackeln und Punkte? — Als Beantwortung dieser Frage sind mancherlei Hypothesen aufgestellt worden, aber nur eine derselben hat einen hohen Grad physikalischer Wahrscheinlichkeit für sich, und das ist die Annahme einer leuchtenden, sehr beweglichen Atmosphäre von nicht ganz einfacher Zusammensetzung — einer Photosphäre.

Die dunklen Flecke, als die am vollständigsten beobachtbare Erscheinung, sind nach dieser Hypothese veränderliche Lücken in der Photosphäre, durch welche der an sich, und wenigstens vergleichsweise, dunkle feste Sonnenkörper sichtbar wird.

Den Halbschattenrand derselben erklärt Sir William Herschel dadurch, daß er annimmt, die leuchtende Schicht der Sonnenatmosphäre (die Photosphäre) (p) ruhe nicht unmittelbar



auf dem festen und dunkeln Sonnenkörper (S), sondern sei von ihm getrennt durch eine durchsichtige Gashülle (a), innerhalb welcher eine das Licht stark reflectirende Wolkenschicht (w) schwebe. — Wenn nun durch irgend eine Ursache, etwa durch starke aufwärtssteigende Strömungen, in die Wolken- und Licht-hülle eine Lücke gerissen werde, der Art, daß die Ränder der Lichtlücke weiter von einander abstehen, als die der Wolkenlücke, so erschienen die vorstehenden Ränder der Wolkenschicht als Halbschatten rings um einen dunklen Fleck, welcher letztere nichts Anderes sei, als ein Stück Oberfläche des dunklen Sonnenkörpers. Lalande nahm dagegen an, die dunklen Flecke möchten von bergähnlichen Erhöhungen des festen Sonnenkörpers herrühren, welche durch Schwankungen der Photosphäre hier und da gleich Inseln in einem Lichtmeer sichtbar würden, während die Halbschattenränder durch deren Abhänge entständen, über welchen natürlich das Lichtmeer nicht so dick und deshalb nicht so leuchtend sein könne, als an anderen tiefen Stellen. Dagegen spricht aber nicht nur die meist sehr scharfe Begrenzung der Halbschattenränder, sowohl gegen die dunklen Flecke, als auch nach ihrer Außenseite hin, sondern ganz besonders noch der Umstand, daß bei den dunklen Flecken, die sich am Ostrande der Sonne zeigen, gewöhnlich der Westrand des Halbschattens schmäler ist oder ganz fehlt, während am Westrande der Sonne das Umgekehrte stattfindet, und gegen die Mitte der Sonnenscheibe hin die Halbschattenränder allseitig ziemlich gleiche Breite zeigen, ganz so, als werde diese Verschiedenheit durch die völlig oder beinahe rechtwinklig, oder sehr schiefwinklig auf die Sonnenkugel treffende Gesichtslinie hervorgebracht, so daß man im ersteren Falle nach allen Seiten gleich viel Halbschattenrand sieht, im letzteren aber einseitig schräg unter den Rand der Photosphäre auf die Wolkenschicht blickt.

Das vorzugsweise häufige Hervortreten der Sonnenflecke in parallelen Zonen zu beiden Seiten des Aequators veranlaßt Herschel ihre Ursache für eine einigermaßen locale zu halten, etwa in der Art, wie auf unserer Erde die Passatwinde sich nur zu beiden Seiten des Aequators zeigen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß sogar innerhalb dieser beiden Zonen wieder einzelne Stellen der Sonnenoberfläche vorzugsweise häufig von

Sonnenflecken heimgesucht sind, vielleicht in der Art, wie auf der Erde gewisse Gegenden besonders häufig von Orkanwirbeln betroffen werden, deren aufsteigender Strom in der That dergleichen Lücken in die Wolken- und Lichthülle reißen könnte.

Ob aber wirklich, wie man vermuthet, die Flecke sich öfters, und vielleicht in bestimmten Perioden, an denselben Stellen wiederholen, hat bis jetzt noch nicht sicher ermittelt werden können. Um über diese Frage zu entscheiden, würde es nöthig sein, die Umdrehungszeit der Sonne genauer zu kennen, als es der Fall ist, und über sämmtliche in einer langen Periode erschienene Flecke genaue Vergleichungen anzustellen. Die Frage der regelmäßigen Periodicität ist aber jedenfalls von sehr großem Interesse, da es unzweifelhaft ist, daß alle Zustände der Sonnenoberfläche, unter denen die Flecke offenbar eine sehr hervorstechende Rolle spielen, im engsten Zusammenhange stehen mit der Licht- und Wärmemenge, die uns von der Sonne zustrahlt. Manche geologische Probleme könnten dadurch gelöst werden, der periodische Lichtwechsel anderer Fixsterne könnte darin eine Erklärung finden, und selbst für das praktische Leben könnte es wichtig werden, die Zeiträume vorauszubestimmen, in welchen die Sonne mehr oder weniger Licht und Wärme spenden wird.

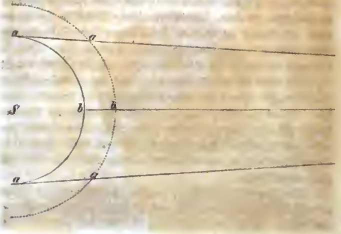
Wenden wir uns nun von den dunklen Flecken zu den Fackeln der Sonne, so finden wir diese weit weniger bestimmt charakterisirt als jene. Sind die Flecke Lücken in der Lichthülle, so können die Fackeln Strömungen oder wellenförmige Zusammenschiebungen, Anschwellungen, derselben sein. Daß sie besonders oft sich in der Nähe der Flecke zeigen, spricht dafür.

Als etwas noch Unbestimmteres muß das gleichsam Marmorirte oder Punktirte der Sonnenoberfläche betrachtet werden. Ob es von einer ungleichmäßigen Mengung des Lichtmediums mit einer nicht leuchtenden oder wolkigen Atmosphäre herrührt, oder ob diese dunklen Punkte nur sehr kleine Flecke sind, die in gewissen Regionen nie größer werden, bleibt zur Zeit noch ganz unentschieden.

Alle diese Lichtfluitationen erinnern einigermaßen an unsere irdischen Polarlichter, und Sie finden auch im Kosmos S. 45 und 94 die Ansicht Sir William Herschel's erwähnt, nach

welcher das Sonnen- und Fixsternlicht vielleicht die Wirkung eines elektro-magnetischen Processes, ein perpetuirliches Nordlicht ist.

Die bisher betrachteten Erscheinungen sprechen also dafür, daß das Sonnenlicht (und mit ihm die Wärme) von einer Photosphäre herrühre, welche den festen Sonnenkörper concentrisch umhüllt, es sind aber außerdem auch noch sehr entschiedene Andeutungen vorhanden, daß über der leuchtenden Sonnenfläche, als der Region, in welcher die dunklen Flecke und Fackeln ihren Ursprung haben, also über der eigentlichen Photosphäre, noch eine gasartige Atmosphäre von nicht ganz vollkommener Durchsichtigkeit (das heißt in dem Grade etwa lichtabsorbirend und lichtbrechend, wie unsere Luft) vorhanden ist. Betrachtet man nämlich die ganze Sonnenscheibe gleichzeitig durch ein nicht allzu stark vergrößerndes Teleskop, welches mit dem nöthigen Blendglase bedeckt ist, um die Beobachtung mit voller Bequemlichkeit zu erlauben, so erkennt man sehr deutlich, daß die Ränder der Scheibe weniger hell leuchten, als das Centrum. (Vergl. Taf. II. Fig. 2) Daß dies nicht etwa eine Täuschung sei, wird noch sicherer, wenn man das Sonnenbild unverdunkelt durch Blendgläser, in der richtigen Brennweite, als einen Kreis von 2 bis 3 Zoll Durchmesser auf weißes Papier reflectiren läßt, wobei sich ganz dieselbe Erscheinung zeigt. Das kann



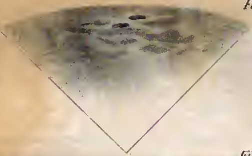
Taf. II.

Fig. 1.



Sonnenflecke.

Fig. 2.



Sonnenfackeln und Flecke.

Fig. 3.



Lichtglorie und Rosenwolken bei der Sonnenfinsterniß am 8 Juli 1842.

aber nur daher rühren, daß die von der Peripherie der Sonnenscheibe ausgehenden Strahlen eine größere Dicke der lichtabsorbirenden Atmosphäre durchdringen müssen, als die, welche vom Centrum ausgehen, weil jene, wie Sie aus der vorstehenden Skizze ersehen werden, die äußere concentrische Hülle etwas schräg, also von a bis a, durchlaufen müssen, während die vom Centrum ausgehenden nur den kürzeren Weg von b bis b in derselben zurücklegen.

Ein noch überzeugenderer und wirklich ganz schlagender Beweis für die Existenz einer solchen äußeren Sonnenatmosphäre bietet sich aber bei ganz totalen Sonnenfinsternissen dar. Bei solchen nämlich, bei welchen der Mondrand den Sonnenrand noch um etwas überragt. Wäre keine äußere lichtbrechende Sonnenatmosphäre vorhanden, so würde in diesem Falle der Himmel vollkommen so dunkel als bei Nacht erscheinen, da, wie wir im 8. Briefe des ersten Bandes gesehen haben, nicht der geringste Grund vorhanden ist, anzunehmen, daß der Mond eine Atmosphäre habe, welche das Licht brechen könne. In Wirklichkeit zeigt sich nun aber auch bei ganz totalen Sonnenfinsternissen keine solche Dunkelheit des Himmels. Vielmehr sieht man allemal um den Mond einen hellen Lichtring (wie Taf. II. Fig. 3), dessen Intensität nach Außen abnimmt, und welcher, wenn der Mond noch nicht vollkommen über dem Mittel der Sonne steht, sein Centrum nicht im Mondmittel, sondern im Sonnenmittel hat, und also auch hiernach der Sonne zugehören muß. — Diese Lichtglorie hat man z. B. wieder bei der Sonnenfinsterniß am 7. Juli 1842 ausgezeichnet schön gesehen, und dazu noch überdies eine sehr merkwürdige Erscheinung, über welche alle Beobachter in Pavia, Mailand, Wien, Gratz u. s. w. einstimmig berichteten. Nämlich drei sehr deutlich rosenroth gefärbte Hervorragungen (Taf. II. Fig. 3), welche von Einigen mit Flammen, von Anderen mit Bergen verglichen wurden, scheinbar aufsitzend auf dem Mondrand, in Wirklichkeit aber sicher der Sonne zugehörig und jedenfalls von ganz enormer Größe, da sie, um nur überhaupt sichtbar zu werden, wenigstens 8000 Meilen hoch sein mußten. Der Grad ihrer Erleuchtung zeigt deutlich, daß es wolkenähnliche Massen von außerordentlicher Zartheit waren. Die Existenz solcher Ge-

staltungen ist aber nicht anders als in einer äußeren Sonnenatmosphäre denkbar.

Wir hätten hiernach über der Oberfläche des festen, und an sich, wie die Planeten, dunkeln Sonnenkörpers, 3 bis 4 concentrische Hüllen von etwas verschiedener Natur zu vermuthen, deren eine, als Licht und Wärme strahlend, mit dem Namen Photosphäre belegt wird. Daß alle leuchtenden Firsterne dieselbe Beschaffenheit besitzen müßten, kann hieraus freilich noch nicht mit Sicherheit geschlossen werden. Wahrscheinlich ist es aber, daß die Ursache ihres Lichtes eine ähnliche ist, als bei der Sonne.

Da es nun Sterne giebt, die nicht weißes, sondern gefärbtes Licht ausstrahlen, und da überhaupt das Licht der einzelnen Sterne etwas ungleiche optische Eigenschaften zeigt, so geht daraus hervor, daß ihre Photosphäre nicht ganz gleicher Art sei, nicht nur nach Intensität, sondern auch nach Qualität etwas verschieden. Wenn aber manche Sterne im Laufe der Zeiten deutlich einen Wechsel der Farbe oder der Intensität ihres Lichtes haben wahrnehmen lassen, so setzt das unstreitig große Veränderungen in der Natur ihrer Photosphäre voraus, möge diese nun bedingt sein durch was immer sie wolle. Zugleich deuten aber diese historischen Licht- und Farbenwechsel an, daß die Lichtquelle im Allgemeinen dieselbe bleiben oder sein kann, während dennoch die Natur des Lichtes etwas verschieden ist, denn die Hypothese, welche Sir John Herschel einst flüchtig hinwarf, daß die Lichtveränderung, namentlich des Sirius, auch erklärt werden könne durch dazwischen getretene nebelförmige Wolken des Weltäthers, ist durch keinen anderen Umstand bestätigt worden.

Zweiunddreißigster Brief.

Sternvertheilung.

„Unter der zahllosen Menge von Sternen, die an dem Himmel glänzen, sind wesentlich von einander zu unterscheiden, in Hinsicht auf die muthmaßliche Gestaltung des Weltbaues und auf die Lage oder Tiefe der Schichten geballter Materie: die einzeln, sporadisch zerstreuten Fixsterne; und diejenigen, welche man in abgesonderte, selbstständige Gruppen zusammengedrängt findet. Die letzteren sind Sternhaufen oder Sternschwärme, die oft viele Tausende von telescopischen Sternen in erkennbarer Beziehung zu einander enthalten und die dem unbewaffneten Auge bisweilen als runde Nebel, kometenartig leuchtend, erscheinen. — Das sind die nebligen Sterne des Eratosthenes und Ptolemäus, die nebulosae der Alfonsinischen Tafeln von 1483 und die des Galilei, welche (wie es im Nuncius sidereus heißt), sicut areolae sparsim per aethera subfulgent." Kosmos S. 177.

Daß die von der Milchstraße umschlossene Weltinsel eine in gewissem Grade von der übrigen Welt abgesonderte Gruppe bildet, ist aus mehreren Gründen höchst wahrscheinlich, und ich werde Gelegenheit haben, im 33. Briefe weiter darauf zurück zu kommen. Ob nun aber innerhalb dieses großen Sternenhaufens von wahrscheinlich platt-linsenförmiger Gestalt eine beinahe gleichmäßige Vertheilung der sichtbaren Weltkörper stattfinde, oder eine sehr ungleiche, das ist eine nicht so leicht zu beantwortende Frage, weil die bloße erscheinende Vertheilung darüber noch gar nicht entscheiden kann. Sterne, die scheinbar dicht neben einander stehen, können möglicher Weise sehr weit von einander entfernt sein, wenn sie nur von der Erde aus sich ungefähr in einer Sehlinie befinden.

Es ist aber nicht blos eine Folge theoretischer Speculationen und Hypothesen, sondern auf mancherlei Beobachtungen gegründet, wenn die Astronomen jetzt annehmen, daß die Fixsterne hie und da wirklich zu verhältnißmäßig dichteren Gruppen vereint sind, die möglicher Weise eine Art von geschlossenen Systemen unter sich bilden.

Da die Fortbewegung unserer Sonne im Weltraume zur Zeit nur annähernd und gar nicht qualitativ (d. h. nicht nach Gestalt der Bahn) bekannt ist, so können wir nicht wissen, ob diese Bewegung unmittelbar auf einen Centralpunkt des gesammten Milchstraßensystems zurück zu führen ist, oder ob sie

nicht vielleicht einem dieser unermeßlichen Linse untergeordneten Sternensystem (einer kleinen Firsterngruppe) angehört, einem System, dessen Sterne nur deshalb uns nicht als eine solche dichtere Gruppe erscheinen, weil wir zwischen denselben uns bewegen und sie daher aus verhältnißmäßig zu großer Nähe sehen. Mehrere Nebelflecke, die sich wie der weiße Lichtschimmer der Milchstraße, durch stärkere Vergrößerung in Sternhaufen oder Sternschwärme haben auflösen lassen, sprechen auf das Entschiedenste dafür, daß eine solche physische, nicht blos optische Gruppirung der Firsterne stattfinde, die natürlich um so deutlicher hervortreten muß, aus je größerer Ferne wir sie sehen.

Von diesen nebeligen Sterngruppen liegen aber auch einige in der Milchstraße selbst, vielmehr diese letztere besteht in einigen Stellen aus der Anhäufung solcher Gruppen, woraus wohl als wahrscheinlich zu schließen ist, daß das gesammte Milchstraßensystem nicht ein einfaches, sondern ein zusammengesetztes ist, d. h. daß es in sich eine Anzahl physisch, durch ihre gegenseitige Bewegung mit einander verbundener Sterngruppen enthält, deren Vereinigung erst wieder das Milchstraßensystem bildet. „Der größte und gewiß für die Configuration der Milchstraßen-Ringe bedeutsamste Reichthum von runden Sternhaufen findet sich in einer Region des südlichen Himmels, zwischen der Corona australis, dem Schützen, dem Schwanz des Skorpions und dem Altar." Diese Nebelflecke oder Sternhaufen innerhalb der Milchstraße sind wohl zu unterscheiden von den meist noch nicht in Sternhaufen auflösbaren außerhalb derselben, welche vielleicht selbst wieder ganze Milchstraßensysteme repräsentiren.

Aber nicht blos ferne Sterngruppen, die bei schwacher Vergrößerung als Lichtnebel erscheinen, betrachtet man als zusammengehörig. Auch bei manchen Gruppirungen deutlicher Sterne haben sich Verhältnisse herausgestellt, die für ein physisches Zusammengehören sprechen, so z. B. bei der Plejadengruppe, dem sogenannten Siebengestirn.

Mädler, der, wie wir später sehen werden, glaubt, daß das Gravitationscentrum unserer Weltinsel in diesem Sternbild liege, hat berechnet, daß die einzelnen Sterne, aus denen das

Sternbild der Plejaden besteht, eine gleichartige eigne Bewegung besitzen und Aehnliches findet auch bei manchen anderen Sterngruppen statt.

Wir sind noch weit davon entfernt, in diesen Dingen klar zu sehen und deutlich zu erkennen. Das Gruppiren und Systematisiren ist aber, wie es scheint, eine so besonders anziehende Beschäftigung für den menschlichen Geist, daß er diese Arbeit in der Regel auch schon da beginnt, wo noch kein bestimmter Grund dafür vorliegt.

Dreiunddreißigster Brief.

Die Milchstraße.

„Durch die Aichungen (Zahlabschätzungen) beider Herschel an dem nördlichen und südlichen Himmelsgewölbe ergiebt sich, daß die Fixsterne von der fünften und sechsten Ordnung herab bis unter die zehnte und funfzehnte Größe (besonders also die teleskopischen) an Dichtigkeit regelmäßig zunehmen, je nachdem man sich den Ringen der Milchstraße (ὁ γαλαξίας κύκλος) nähert; daß es demnach Pole des Stern-Reichthums und Pole der Stern-Armuth giebt, letztere rechtwinklig der Hauptaxe der Milchstraße. Die Dichte des Sternlichts ist am kleinsten in den Polen des galaktischen Kreises; sie nimmt aber zu, erst langsam und dann schneller und schneller, von allen Seiten mit der galaktischen Polar-Distanz.“ Kosmos S. 184.

Schon in meinen früheren Briefen habe ich Ihnen zu erläutern gesucht, wie man sich die Erscheinung der Milchstraße (den galaktischen Kreis) zu erklären sucht durch eine linsenförmige und zugleich ringartige Gruppirung derjenigen Weltkörper, zwischen welchen sich unser Sonnensystem bewegt, und welche wir deshalb vorherrschend als unsern Sternhimmel, als unsere Sternenwelt erblicken; darüber hinaus können ähnliche Sterngruppen liegen, sie scheinen in der That angedeutet durch gewisse Nebelflecke, die dem forschenden Auge sich mehr und mehr zu Sternhaufen auflösen (vergl. Taf. I. Fig. 1 und 2), aber weit schwieriger, als die Theile der Milchstraße selbst; unsere Kenntniß von denselben ist noch höchst unvollkommen und unsicher.

Wenn Sie den Lauf der Milchstraße auf den beiden beigegebenen Himmelskarten verfolgen, und dabei berücksichtigen,

daß diese Karten auf eine Ebene reducirt darstellen, was dem irdischen Beobachter hohlkugelförmig die Erde rings umgebend erscheint, so werden Sie leicht begreifen, daß diese etwas unregelmäßige und sogar mehrfach gespaltene Lichtzone eine Art von Ring bildet, der scheinbar gleichsam den Erdkörper rings umgiebt. Dieser leuchtende Ring ist nun eben, nach Ansicht der Astronomen, durch nichts Anderes hervorgebracht, als durch eine linsenförmige Gruppirung der von der Erde aus vorherrschend sichtbaren Weltkörper, indem zugleich der an einer Stelle gespaltene Rand dieser unermeßlichen Sternlinse durch eine besonders gedrängte Anhäufung von Sternen, einen Sternenring, charakterisirt wird, so daß also nicht nur die allgemeine Linsenform, sondern ganz besonders auch noch die ringförmige Häufung im Linsenrand eine solche Menge von zum Theil sehr fernen und nur sehr schwach leuchtenden Sternen vereinigt, daß dadurch für das unbewaffnete Auge eben nur eine matt und milchartig leuchtende Lichtzone entsteht.

Mit dieser Erklärung der Milchstraße steht es nun im vollsten Einklang, daß von ihr abwärts, also in dem Falle, wenn sie ungefähr von Süd nach Nord über die Höhe des uns sichtbaren Sternenhimmels streicht, in der Richtung nach Ost und West, das ist nach den flachen Buckeln der großen idealen Linse zu, auch die Zahl der deutlich sichtbaren Sterne mehr und mehr abnimmt. Denn befinden wir uns wirklich im Innern einer solchen linsenförmigen Weltkörperinsel, so müssen nothwendig bei einigermaßen gleichförmiger und selbst bei gruppenweiser Sternvertheilung in den Richtungen, welche der kurzen Axe dieser Linse nahe liegen, um so weniger Sterne hintereinander sichtbar werden, je mehr sich die Richtung unseres Blickes dieser Axe nähert, und diese Verminderung muß sich auch nothwendig ganz vorzugsweise in der Zahl der entfernten und durch ihre Ferne klein erscheinenden Sterne zeigen, weil eben jenseits dieser kurzen Axe ein verhältnißmäßig sternenleerer Raum vorauszusetzen ist, bis dann erst in unermeßlich weiter Ferne wieder eine neue Weltinsel schwebt, die aber unvollkommener Vergrößerung nur als ein Lichtnebel erscheinen kann.

Und so ist es wirklich. Die Erscheinung zeigt sich schon, wenn man lediglich die Sterne berücksichtigt, welche das unbe-

waffnete Auge wahrnimmt, tritt aber immer intensiver hervor, je mehr man die Sehkraft durch größere und größere Hülfsmittel verstärkt. Auch bezieht sie sich nicht blos auf die einzelnen isolirten Sterne, sondern auch auf die Sterngruppen und Nebelflecke, so daß die Milchstraßenzone in jeder Hinsicht (vielleicht mit Ausnahme der völlig unauflöslichen Nebel, die etwa jenseits unserer Sternlinse liegen) die reichhaltigste ist.

Daß aber auch nach der breiten Seite dieser großen Sterngruppe hin die Milchstraße eine Art von Abschluß und Grenze bilde, hinter der ein verhältnißmäßig sternenleerer Raum folgt, wird nach Herschel dadurch wahrscheinlich, daß man durch stärkste Vergrößerung die einzelnen Sterne des aufgelösten Lichtnebels nicht wieder auf einem leuchtenden, sondern auf schwarzem, lichtfreiem Grunde erblickt.

Die nachstehende Abbildung wird das Vorstehende noch etwas deutlicher zu machen versuchen.



Schon Kant, der Stolz deutschen Denkens, bemerkte, vermuthlich durch eigene aufmerksame Beobachtung des gestirnten Himmels, daß die Sterne nach der Milchstraße hin sich mehr zusammendrängen und zog daraus den glücklichen Schluß, daß in unserem Sternsystem eine Fundamentalebene existire, nach welcher sich die Menge der Sterne von beiden Seiten her gleichsam lagert, etwa in der Art, wie unser Planetensystem ungefähr in der Ebene des Sonnenäquators liegt, dergestalt, daß alle Planetenbahnen nicht viel von derselben abweichen. In ähnlicher Weise sind die uns sichtbaren Sterne nach einer Ebene zusammengedrängt, und das ist die durch die Milchstraße angedeutete, welche die ganze Himmelskugel wie ein breiter Gürtel umgiebt. Diese von Kant in seiner allgemeinen Naturgeschichte des Himmels ausgesprochene Ansicht wird bis heute noch für richtig gehalten. Ziemlich gleichzeitig war diese Vermuthung auch von Anderen, namentlich von Lambert ausgesprochen worden, doch erst W. Herschel brachte sie durch seine Sternaichungen (Zählungen) zu einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit. Derselbe Herschel hat jedoch später gezeigt, daß die Vertheilung der Sterne innerhalb dieser großen Platte oder Linse nicht, wie er Anfangs vermuthete, eine gleichmäßige ist, sondern eine gruppenweise oder ringförmige, wofür allerdings noch gar kein bestimmtes Gesetz bekannt ist.

Hierauf bezieht sich im Kosmos namentlich die Stelle: „Die neuesten Beobachtungen haben die Hypothese von einem System von einander abstehender concentrischer Ringe begünstigt" (S. 188). Die Erscheinung der Milchstraße läßt sich wie gesagt auf zweierlei Weise erklären, einmal durch die Annahme, es sei eine platte linsenförmige Anhäufung ungefähr gleichförmig innerhalb dieses Raumes vertheilter Weltkörper, deren wir nur in der Richtung des Linsenrandes besonders viele hinter einander sehen, in welchem Falle dann die Milchstraße nur eine optische Erscheinung wäre, oder aber dadurch, daß man annimmt, es bestehe innerhalb des großen Linsenrandes auch noch eine besondere Zusammendrängung von Weltkörpern in einem Ring, der uns als Milchstraße erscheint. Beides ist möglich, jede der beiden Annahmen erklärt die allgemeine Erscheinnng der Milchstraße. Vergleicht man aber etwas genauer die scheinbaren

Größenverhältnisse der Sterne, welche doch wahrscheinlich zum Theil durch ihren Abstand bedingt sind, so wird es wahrscheinlich, daß die Vertheilung der Sterne innerhalb unserer großen Weltinsel nicht eine gleichförmige sei, sondern daß mehrere concentrische Ringe etwas dichter zusammengedrängter Sterne darin bestehen.

Vierunddreißigster Brief.

Neue, verschwundene und veränderliche Sterne.

> „Da an der Himmelsdecke sich Alles bewegt, Alles dem Raum und der Zeit nach veränderlich ist, so wird man durch Analogien zu der Vermuthung geleitet, daß, wie die Fixsterne insgesammt eine ihnen eigenthümliche, nicht etwa blos scheinbare Bewegung haben, eben so allgemein die Oberfläche oder die leuchtende Atmosphäre derselben Veränderungen erleide, welche bei der größeren Zahl dieser Weltkörper in überaus langen und daher ungemessenen, vielleicht unbestimmbaren Perioden wiederkehren; bei wenigen, ohne periodisch zu sein, wie durch eine plötzliche Revolution, auf bald längere, bald kürzere Zeit eintreten. Die letztere Klasse von Erscheinungen, von der in unseren Tagen ein großer Stern im Schiffe ein merkwürdiges Beispiel darbietet, wird hier, wo nur von veränderlichen Sternen in schon erforschten und gemessenen Perioden die Rede ist, nicht behandelt. Es ist wichtig, drei große siderale Naturphänomene, deren Zusammenhang noch nicht erkannt worden ist, von einander zu trennen: nämlich veränderliche Sterne von bekannter Periodicität, Auflodern von sogenannten neuen Sternen, und plötzliche Lichtveränderungen von längst bekannten, vormals in gleichförmiger Intensität leuchtenden Fixsternen."
>
> Kosmos S. 233.

Thatsache ist also, wie Sie aus dieser Stelle des Kosmos und aus der vorhergehenden ersehen, daß einige Sterne im Laufe der Zeiten neu erschienen sind, während andere verschwanden, und noch andere einen periodischen Wechsel ihrer Lichtstärke bis zum zeitweisen gänzlichen Verschwinden zeigen. Sind nun die neu erschienenen Sterne wirklich neu entstanden? sind die unsichtbar gewordenen wirklich vernichtet? Diese Fragen sind unbedingt mit Nein zu beantworten; vielmehr erscheint es im hohen Grade wahrscheinlich, daß alle diese Erscheinungen nur einer Klasse von Veränderun-

gen angehören: einer Veränderlichkeit der Lichtstärke, welche bis zu scheinbarem Verschwinden oder plötzlichem Hellauflodern sich steigern kann. Mit jener Vorsicht, welche dem empirischen Naturforscher vorzugsweise eigen ist, spricht sich v. Humboldt selbst hierüber in folgenden Worten aus: „Bei der wissenschaftlichen Ergründung wichtiger Naturerscheinungen im Kosmos, sei es in der tellurischen oder in der siderischen Sphäre, gebietet die Vorsicht, nicht allzufrüh mit einander zu verketten, was noch in seinen nächsten Ursachen in Dunkel gehüllt ist. Deshalb unterscheiden wir gern: neu erschienene und wieder gänzlich verschwundene Sterne (in der Cassiopea 1572); neu erschienene und nicht wieder verschwundene (im Schwan 1600); veränderliche mit erforschten Perioden (Mira Ceti Algol); Sterne, deren Licht-Intensität sich verändert, ohne daß in diesem Wechsel bisher eine Periodicität entdeckt worden ist (η Argus). Es ist keineswegs unwahrscheinlich, aber auch nicht nothwendig, daß diese vier Arten der Erscheinungen ganz ähnliche Ursachen in der Photosphäre jener fernen Sonnen oder in der Natur ihrer Oberfläche haben." Welches aber die Ursache dieser Veränderlichkeit sei, das gehört noch zu den ungelösten Problemen der Astronomie.

Sollte, wie im Kosmos einmal angedeutet wird, der Einfluß umkreisender großer Planeten so bedeutende Aenderungen in der Photosphäre einer Sonne hervorbringen können, so würde die Lösung dieses Problems vielleicht auch für die Zustände unseres Sonnensystemes, ja für die Lebensverhältnisse auf unserer Erde, von höchster Wichtigkeit zu werden vermögen. Denn wenn auch die Planeten unseres Systemes im Verhältniß zur Sonne alle nur sehr klein und machtlos sind, so könnte doch immerhin ihre gemeinsame Constellation einen Einfluß auf die Licht- und Wärmestrahlung der Sonne ausüben, welcher in den irdischen Witterungsperioden nicht ganz unbemerkt bliebe.

Die Erfahrung hat längst gezeigt, daß es warme und kalte, nasse und trockene Jahre und eben solche Perioden von Jahren giebt; nicht blos für einzelne Länder, sondern auch für die ganze Erde. Aber es ist noch nicht gelungen, die Ursache dieser Witterungsperioden zu ermitteln. Sie geht am wahrscheinlichsten von der Sonne aus; man hat sie in den Sonnen-

flecken gesucht; es können diese ihren Antheil daran haben, ohne die alleinige Ursache zu sein, ohne andere allgemeine Aenderungen in der Photosphäre auszuschließen, ja ihre eigene Häufigkeit kann möglicher Weise selbst wieder bedingt sein durch die Constellation der Planeten. Noch ist weder die Periodicität jener Sonnenflecke, noch die der Wärme- und Lichtstrahlung, oder der dadurch bedingten Gesammtwitterung hinreichend und lange genug bekannt, um auch nur einigermaßen sichere Schlüsse darauf zu bauen. Aber die Aufforderung an Physiker und Astronomen, den Zusammenhang zu suchen, ist jedenfalls groß.

Auch unsere Sonne als Fixstern müßte sehr genauer Beobachtung von fernen Weltkörpern aus ähnliche Perioden (wenn auch unregelmäßige) des Lichtwechsels darbieten, je nachdem ihre Oberfläche fast fleckenlos, oder von Flecken bedeckt ist, die zuweilen bis 1/20 ihres Durchmessers einnehmen.

Wären ähnliche Flecken betheiligt an den Lichtperioden der Fixsterne, so könnten sie ein Mittel bieten, die Rotationszeit ihrer Körper zu bestimmen, die sich etwa als kleinere Perioden des Wechsels innerhalb der größeren darstellten. Eine solche Ineinanderschachtelung von Perioden zeigt sich vielfach, und verwickelt ungemein die Lösung der ganzen Erscheinung.

Argelander's Bemerkung auf Seite 247 des Kosmos deutet zugleich die Möglichkeit an, eines Zusammenhanges zwischen Näherung oder Entfernung der Sterne und Beschleunigung oder Verzögerung der an ihnen beobachteten Perioden des Lichtwechsels. Ein neuer Weg eröffnet sich da zur Bestimmung der eigenen Bewegung unermeßlich weiter Himmelskörper. Ist einmal ein Gesetz für den Lichtwechsel erkannt, so wird es befruchtend zurückwirken auf eine große Zahl anderer Probleme, deren Lösung der Zukunft vorbehalten ist, denn jede erkannte Thatsache oder Wahrheit öffnet zugleich die Augen für die Wahrnehmung neuer. — Noch einen anderen Gedanken mag ich nicht unerwähnt lassen, der gleich einem drohenden Gespenst auftaucht. Wenn andere Sonnen zeitweise verlöschen, kann dann nicht ein ähnliches Schicksal unsere Sonne betreffen? Wo einmal ein unbeschränkter Wechsel der Leuchtkraft sich zeigt, wer bürgt uns da für eine bestimmte Umgrenzung desselben?

Was würde aus uns lichtgewohnten Erdbewohnern werden, wenn das Gestirn unserer Tage verlöschte und mit ihm natürlich Mond und Planeten? In dunkle Nacht gehüllt, auf Sternenlicht, sparsame Polarlichter und ärmliches Gaslicht beschränkt, der Sonnenwärme beraubt und bald genug auch der Vegetation, würden wir trostlos und verzweifelnd der Vernichtung entgegen eilen. Eine solche Möglichkeit mag nur als Folie dienen für die sonnenhelle Wirklichkeit, der von Seiten des Himmels eine Verfinsterung nicht droht.

Man hat, wie Sie aus einer Anmerkung auf S. 258 des Kosmos ersehen, auch den Stern der Weisen aus dem Morgenlande, welcher die drei Könige nach der Wiege in Bethlehem leitete, zu erklären gesucht durch einen damals neu aufleuchtenden Stern. Sie finden aber in derselben Note auch die wahrscheinlichere Deutung, nach welcher dies nicht ein Stern, sondern ein Gestirn war, die nahe Constellation zweier besonders hell glänzender Planeten, die man früher nie so gesehen hatte. In keinem Falle war es ein Komet, wie auf manchen alten Bildern.

Als ich Ihnen im 8ten Briefe über die Ursachen aller Periodicität schrieb, habe ich absichtlich der in diesem Briefe besprochenen noch nicht gedacht, um dem Entwickelungsgange des Kosmos nicht allzusehr vorzugreifen. Leicht werden Sie finden, daß die hier berührten Erscheinungen sich den dort erwähnten anreihen, nur ist die Periodicität eine noch weit weniger sichere und jedenfalls eine sehr verwickelte.

Die Belebung des Himmels gewinnt ein neues Moment durch die Veränderlichkeit sowohl der Lichtstärke, als der Farbe der Sterne. Nicht nur Bewegung finden wir überall, sondern auch Wechsel der sichtbaren Eigenschaften.

Fünfunddreißigster Brief.

Landschaftlicher Eindruck des Himmels.

„Will man unter einem allgemeinen Gesichtspunkt zusammenfassen, was an dem Himmel sich verändert, und was im Lauf der Jahrhunderte den physiognomischen Charakter der Himmelsdecke, den Anblick des Firmaments an einem bestimmten Orte, modificirt, so muß man aufzählen als wirksame Ursachen solcher Veränderung: 1) das Vorrücken der Nachtgleichen und das Wanken der Erdaxe, durch deren gemeinsame Wirkung neue Sterne am Horizont aufsteigen, andere unsichtbar werden; 2) die periodische und unperiodische Veränderung der Lichtstärke vieler Fixsterne; 3) das Auflodern neuer Sterne, von denen einige wenige am Himmel verblieben sind; 4) das Kreisen teleskopischer Doppelsterne um einen gemeinsamen Schwerpunkt. Zwischen diesen sich langsam und ungleich in Lichtstärke und Position verändernden sogenannten Fixsternen vollenden ihren schnelleren Lauf 20 Hauptplaneten, von denen fünf zusammen 20 Satelliten darbieten. Es bewegen sich also außer den ungezählten, gewiß auch rotirenden Fixsternen 40 bis jetzt (October 1850) aufgefundene planetarische Körper. Zur Zeit des Copernicus und des großen Vervollkommners der Beobachtungskunst Tycho waren nur 7 bekannt.“

„Fast 200 berechnete Kometen, deren 5 von kurzem Umlauf und innere, d. h. zwischen den Bahnen der Hauptplaneten eingeschlossene, sind, hätten hier ebenfalls noch als planetarische Körper aufgeführt werden können. Sie beleben während ihres meist kurzen Erscheinens, wenn sie dem bloßen Auge sichtbar werden, nächst den eigentlichen Planeten und den neuen als Sterne erster Größe plötzlich auflodernden Weltkörpern, am anziehendsten das an sich schon reiche Bild des gestirnten Himmels, ich hätte fast gesagt dessen landschaftlichen Eindruck.“ Kosmos S. 265.

Der landschaftliche Eindruck des gestirnten Himmels wird im Kosmos gar oft erwähnt, vielleicht, um das Unbewegliche und vorherrschend Unveränderliche der ganzen Erscheinung des nächtlichen Himmels bei großer Mannichfaltigkeit der Gestaltung recht lebhaft zu bezeichnen; eine stille Ruhe, die nur wenig merkbar durch kleine Bewegungen und Veränderungen belebt wird, gleich einer Landschaft, die nur hier und da thierisches Leben wahrnehmen läßt.

Am Sternenhimmel ist das scheinbar Stabile durchaus vorherrschend, dem flüchtigen Beobachter zeigt sich nichts bewegt, als höchstens die fallende Sternschnuppe. Je länger und je genauer aber diese scheinbare Unveränderlichkeit untersucht wird, um so mehr zeigt sich überall Bewegung und gleichsam Leben. Zuerst erkennt man das allgemeine Fortrücken von Ost nach West, von Aufgang nach Untergang; dann folgen die steten Verschie-

bungen der Stellungen von Sonne und Mond, bei gegenseitiger Vergleichung und bei Vergleichung mit dem Sternenhimmel. Schon einer größeren Aufmerksamkeit bedarf und bedurfte es, die starken Bewegungen der Planeten unter der Menge der Firsterne herauszufinden. Als ein seltener Gast zeigt sich dann zuweilen einer jener sonderbaren Himmelskörper, die man Kometen genannt hat, und segt (dem einmaligen Beobachter freilich auch unbemerkbar) mit seinem Lichtbesen über den Himmel hinweg, gleich einem langgeschwänzten Infusionsthier, welches durch das kleine Gesichtsfeld eines Mikroskops eilt.

Weiter war man durch drei- bis fünftausendjährige Sternbeobachtung nicht gekommen, da zeigte sich endlich, daß auch die Firsterne nicht feststehen und folglich eigentlich keine Firsterne sind, daß sie nicht nur als Doppel- oder mehrfache Sterne sich gegenseitig umkreisen, sondern auch auf noch unbestimmten Bahnen rastlos vorwärts eilen. Von diesem Zeitpunkte an konnte überhaupt nichts im Weltraum mehr als feststehend betrachtet werden. Der Fortschritt der Erfahrung muß gegen alles scheinbar Feststehende mißtrauisch machen. Die Analogie spricht dafür, daß Alles bewegt sei. So löst sich der stabile landschaftliche Eindruck für das geistige Auge in den eines überall belebten Meeres auf.

Aber ein anderer landschaftlicher Zauber des Himmels hat zugenommen durch das teleskopische Sehen. „Eine Farbenverschiedenheit des eigenthümlichen Lichtes der Firsterne, wie des reflectirten Lichtes der Planeten, ist von früher Zeit an erkannt; aber die Kenntniß dieses merkwürdigen Phänomens ist erst durch das teleskopische Sehen, besonders seitdem man sich lebhaft mit den Doppelsternen beschäftigt hat, wundersam erweitert worden." Es ist hier nur von dem weißen oder farbigen Lichte die Rede, welches als Folge eigenthümlicher Lichtprocesse und der ungleichen Constitution seiner Oberfläche jeder Weltkörper ausstrahlt, nicht von dem durch die Atmosphäre der Erde bedingten, mit Färbung verbundenen Funkeln der Sterne.

„Die griechischen Astronomen kennen blos rothe Sterne, während die neueren an der gestirnten Himmelsdecke, in den vom Lichte durchströmten Gefilden, wie in den Blumenkronen der Phanerogamen und den Metall-Oxyden fast alle Abstufungen

des prismatischen Farbenbildes zwischen den Extremen der Brechbarkeit, den rothen und violetten Strahlen, teleskopisch aufgefunden haben."

So ist der Himmel um so mehr einem Garten vergleichbar, belebt von den herrlichsten Farben.

Wir aber flattern in diesen Briefen nur über die Blumen hin gleich sorglosen Schmetterlingen, hier und da etwas von dem himmlischen Honig der großen Schöpfung naschend.

Milton hat diesen Farben noch eine andere Bedeutung untergelegt:

Communicating male and female light
(Which two great sexes animate the world)
Stored in each orb, perhaps, with some that live."

Paradise Lost.

Sechsunddreißigster Brief.

Wirkliche und scheinbare Bewegung.

„Die Entdeckung der eigenen Bewegung der Fixsterne hat für die physische Astronomie eine um so höhere Wichtigkeit, als dieselbe zu der Kenntniß der Bewegung unseres eigenen Sonnensystems durch die sternerfüllten Welträume, ja zu der genauen Kenntniß der Richtung dieser Bewegung geleitet hat. Wir würden nie irgend etwas von dieser Thatsache erfahren haben, wenn die eigene fortschreitende Bewegung der Fixsterne so gering wäre, daß sie allen unseren Messungen entginge." Kosmos S. 266.

„Wenn sorgfältig abgezogen wird, was dem Vorrücken der Nachtgleichen, der Nutation der Erdaxe, der Abirrung des Lichts und einer durch den Umlauf um die Sonne erzeugten parallaktischen Veränderung angehört; so ist in der übrigbleibenden jährlichen Bewegung der Fixsterne noch immer zugleich das enthalten, was die Folge der Translation des ganzen Sonnensystems im Weltraume und die Folge der wirklichen Eigenbewegungen der Fixsterne ist."

Kosmos S. 249.

„Wenn man in den Betrachtungen über die Fixstern-Systeme von den geahneten allgemeineren höheren zu den speciellen niederen herabsteigt, so gewinnt man einen festeren, zur unmittelbaren Beobachtung mehr geeigneten Boden. In den vielfachen Sternen, zu denen die binären oder Doppelsterne gehören, sind mehrere selbstleuchtende Weltkörper (Sonnen) durch gegenseitige Anziehung mit einander verbunden, und diese Anziehung ruft nothwendig Bewegungen in geschlossenen krummen Linien hervor." Kosmos S. 289.

Die Constellation und Ortsveränderung der Sterne am Himmel ist eine wirkliche und eine scheinbare; sie ist eines-

theils abhängig von den eigenen wirklichen Bewegungen derselben, anderentheils von allen Bewegungen der Erde und von gewissen optischen Täuschungen.

Die ersteren, die wirklichen Bewegungen der Firsterne, sind in dem kurzen Zeitraume genauer menschlicher Beobachtung bis jetzt nur als für unsere Wahrnehmung sehr untergeordnet erkannt worden. Sie bestehen in der Bewegung der Doppel- oder mehrfachen Sterne um einen gemeinsamen Schwerpunkt, in der nachgewiesenen Fortbewegung vieler Sterne im Weltraum und, was unser Sonnensystem anlangt, in den complicirten, aber meist genau berechneten Bewegungen der Planeten, Monde und Kometen um die Sonne, mit allen den gegenseitigen Störungen, sowie in der eigenen Fortbewegung der Sonne.

Die vorletzteren und letzteren (die des Sonnensystems nämlich), insofern sie zugleich wahre Bewegungen der Erde sind, bringen scheinbare Bewegungen der Firsterne hervor, welche theils für alle gleichartig und gleich groß, theils je nach ihrer Lage zur Erdbahn ungleichartig und ungleich groß sind. Es gleichen diese scheinbaren Constellationsänderungen den Ansichten einer Landschaft, in welcher wir unseren Standpunkt oder die Richtung unseres Blickes verändern. Sie werden namentlich bedingt durch die Bewegung der Erde in ihrer Bahn um die Sonne, deren Excentricität sich nicht ganz gleich bleibt, durch die Fortbewegung des ganzen Sonnensystemes mit der Erde im Weltraum, durch die periodischen Schwankungen der Ekliptik und der Erdaxe (Nutation), durch die Präcession der Nachtgleichen und durch die optischen Einflüsse der Aberration und Refraction.

Sie wissen, daß die jetzt 23 Grad 28 Minuten vom rechten Winkel abweichende Neigung der Erdaxe gegen die Erdbahn, d. h. die Schiefe der Ekliptik, von welcher die Höhe des Sonnenstandes über jedem Ort abhängig ist, im Jahre 1100 v. Chr. Geb. 23° 52′ betrug und sich jährlich ungefähr um 0,4758 Secunden vermindert, welche Abnahme, wenn sie nach etwa 4700 Jahren bis auf 21 oder 22 Grad zurückgegangen sein wird, dann wieder durch 12700 Jahre bis auf 27 oder 28 Grad ähnlich zunehmen wird. Sie werden sich auch erinnern,

daß die Präcession in einem langsamen Fortrücken der Nachtgleichenpunkte (Frühlings- und Herbstpunkte) auf der festen Ebene der Ekliptik besteht, welches Vorrücken jährlich etwa 50 Winkelsecunden oder den 25868ten Theil des ganzen Umkreises beträgt, und daß man unter Nutation ein leises kreisförmiges Schwanken der Erdare versteht, welches in ungefähr 19 Jahren einen Umlauf vollendet.

Es sind dies alles Störungen in den einfachsten Bewegungen des Erdkörpers, welche ganz vorherrschend bedingt werden durch die Wirkungen der Anziehung der Sonne und des Mondes auf das an den Polen abgeplattete Erdsphäroid.

Wäre die Erde eine vollkommene Kugel, so würden diese Schwankungen der Bahnebene und der Are nicht in der Weise stattfinden, wie es der Fall ist. Auch alle Planeten haben natürlich durch ihre Attraction einen kleinen Einfluß auf diese Schwankungen, er ist aber im Vergleich zu dem von Sonne und Mond ausgehenden so unbedeutend, so verschwindend klein, daß er zunächst füglich unberücksichtigt bleiben kann.

Aberration und Refraction, als optische Täuschungen, habe ich Ihnen bereits im 17. und 22. Briefe erläutert.

Alle jene Bewegungen des Erdkörpers haben natürlich ihren Einfluß auf den Anblick des gestirnten Himmels von jedem irdischen Standpunkte aus, sie machen ihn zu einem in gewissem Grade subjectiven. Die Stellung der Sterne wird dadurch eine höhere oder tiefere, eine östlichere oder westlichere, als sie zu derselben Stunde eines anderen Zeitraumes ist, und die zuletzt genannten optischen Einwirkungen verändern zudem die wirkliche Constellation in eine scheinbare.

Unser irdischer Standpunkt gleicht in dieser Beziehung dem auf einem schwankenden Kahn, der langsam auf dem Spiegel eines Sees hingleitet. Der Anblick der Landschaft wird dadurch in jedem Moment ein wenig geändert, theils unmerklich, theils merkbar. Die Fortbewegung des Kahnes gleicht der wahren Fortbewegung der Erde, die Schwankung den Bewegungen ihrer Are und Bahnebene. Um das Bild noch mehr zu vervollständigen, müssen wir uns den See noch durch andere segelnde Schiffe und Kähne belebt denken. Diese versinnlichen dann die wahren eigenen Be-

wegungen der Himmelskörper, welche bei den nächsten (bei denen unseres Sonnensystemes) am größten erscheinen.

Ein großer Unterschied zwischen der Wirklichkeit und unserem Bilde besteht aber darin, daß man alle die Ursachen und Folgen der Sternconstellationen berechnen kann; wohl keine wird sich dem mathematischen Calcül für alle Zeiten vollständig entziehen, bei den einflußreichsten ist es meist schon bis zu dem Grade der Vollkommenheit gelungen, daß auf Jahrtausende hinaus jede Constellation vorausbestimmt werden kann, und daß Le Verrier (wie er wenigstens behauptet) sogar einen noch nicht entdeckten Planeten — den Neptun — aus den Störungen berechnen konnte, die er durch seine Gravitation in den ursprünglichen Bewegungen seines Nachbars hervorbringt. Aber Sie können wohl denken, daß es keine kleine Mühe und keinen geringen Aufwand von Scharfsinn gekostet hat, alle diese Bewegungen und Einwirkungen von einander zu trennen, die man Anfangs natürlich oft mit einander verwechselte, wie man ja bekanntlich bis auf Copernicus die Erde für feststehend, und alle scheinbaren Bewegungen der Gestirne für wahre hielt.

Eine so scharfe Sonderung der objectiven Wahrheit von der subjectiven Erscheinung, eine so subtile Sonderung aller einzelnen Wirkungen und Gegenwirkungen, ist noch in keiner anderen Wissenschaft, als in der Astronomie möglich geworden. Die Beobachtungsfehler und die Täuschungen, und die noch ungelösten Störungen sind in allen anderen Naturwissenschaften größer, als in ihr, und am größten in den Wissenschaften, die den Menschen behandeln, weil in diesen das System der Einwirkungen und Rückwirkungen das complicirteste ist.

In der Astronomie haben wir gleichsam drei bis vier Standpunkte der Anschauung zu unterscheiden: einen ganz objectiven, aber auch durchaus idealen, welcher alle Erscheinungen und insbesondere alle Bewegungen auf ihr wahres Sein zurückzuführen sucht. Alle scheinbar elliptischen Bahnen lösen sich dadurch in noch unbekannte krumme Linien auf. Dieser Standpunkt wird nur angestrebt, ist nicht erreicht. Zweitens einen solar-subjectiven, welcher die Bewegungen der Erde um die Sonne und die Schwankungen ihrer Bahn und Axe, sowie alle irdisch optischen Täuschungen berücksichtigt, übrigens aber die

Sonne als feststehend betrachtet. Von diesem aus erscheinen alle Planetenbahnen als wenig gestörte Ellipsen, die Mondbahnen als um sie geschlängelte Linien: Epicykloiden; die parallaktische Bewegung der Fixsterne wird als eigene erkannt, Aberration und Refraction als optische Täuschung. Gewisse Bewegungen der Fixsterne — z. B. das Auseinanderrücken der Sterne in der Richtung, nach der sich die Sonne bewegt — erscheinen dagegen als wirkliche, während sie doch nur durch die Fortbewegung des Sonnensystemes bedingt sind. Es ist das der Standpunkt, auf welchen die Astronomie durch Copernicus erhoben wurde, aber damals kannte man dieses scheinbare Auseinanderrücken überhaupt noch nicht. Drittens einen terrestrisch-subjectiven. Die Erde steht fest, der ganze Sternenhimmel scheint die Erde zu umkreisen, auch unser Mond beschreibt nur eine Ellipse um dieselbe. Höchstens die Refraction wird als optische Täuschung erkannt. Es ist der Standpunkt des Ptolemäus.

Viertens einen durchaus subjectiven (oder individuellen), alle Bewegungen und alle Größen werden für so gehalten, wie sie erscheinen, selbst die Täuschung durch Refraction gilt für Wahrheit. Dieser letztere ist natürlich der niederste Standpunkt der Astronomie, ihr Ausgangspunkt, etwa der der ersten Menschen, von ihm aus haben sich die Astronomen allmälig zu immer höheren Anschauungsweisen empor gearbeitet und streben gegenwärtig den rein objectiven an, der bereits als der richtige erkannt, nur noch nicht gewonnen ist, auch wahrscheinlich nie vollkommen gewonnen werden wird. Man wird sich zunächst glücklich schätzen müssen, wenn man die Bewegungen der deutlich sichtbaren Sterne des Milchstraßensystemes in Beziehung auf dieses erkennt, dann liegt aber sogleich die Fortbewegung des ganzen Milchstraßensystemes im unermeßlichen Weltraum als neues Problem vor u. s. w.

Die Berücksichtigung des Standpunktes hat aber nicht blos Einfluß auf die Erkenntniß der wahren Natur der Bewegungen, sondern auch auf die der Größen der Gruppirung und der Lichtverhältnisse. Auch sie sind natürlich ihrer Quantität nach zunächst alle nur scheinbar und abhängig von der Entfernung und Bewegung des Standpunktes der Beobachtung. Auch

sie müssen mit Berücksichtigung dieser Entfernungen und Bewegungen erst auf ein wahres Maß zurückgeführt werden.

Hat nun auch die Astronomie die Wichtigkeit der möglichsten Isolirung jeder Beobachtung von den Einflüssen des Standpunktes längst erkannt, und nimmt sie diese Sonderung jetzt stets bis zu dem möglichen Grade, d. h. z. B. bis zur qualitativen Kenntniß der Fortbewegung unseres Sonnensystemes nach dem Sternbilde des Herkules hin, vor; so bleiben doch jedem Anfänger oder Laien allemal von Neuem diese verschiedenen subjectiven Standpunkte, selbst die der niedersten Ordnung, zu überwinden übrig.

Das Kind steht vor dem Anfange allen Unterrichtes noch immer auf dem Standpunkte der ersten Menschen. Es hält alle scheinbaren Bewegungen der Himmelskörper und ihre Größenunterschiede für wahre. Erst durch Belehrung überwindet es die Täuschungen des unmittelbaren sinnlichen Eindruckes und nimmt in wenigen Stunden die wahre Anschauung darüber in sich auf, zu deren Erkenntniß die Menschheit mehrere Jahrtausende gebraucht hat.

Siebenunddreißigster Brief.

Dunkele Weltkörper.

„Allerdings beharre ich in dem Glauben, daß Procyon und Sirius wahre Doppelsterne sind, bestehend aus einem sichtbaren und einem unsichtbaren Sterne. Es ist kein Grund vorhanden, das Leuchten für eine wesentliche Eigenschaft der Körper zu halten. Daß zahllose Sterne sichtbar sind, beweist offenbar nichts gegen das Dasein ebenso zahlloser unsichtbarer. Die physische Schwierigkeit, die einer Veränderlichkeit in der eigenen Bewegung, wird befriedigend durch die Hypothese dunkler Sterne beseitigt. Man kann die einfache Voraussetzung nicht tadeln, daß eine Veränderung der Geschwindigkeit nur in Folge einer Kraft stattfindet, und daß die Kräfte nach den Newtonischen Gesetzen wirken."

Kosmos S. 268.

Wenn Bessel in dieser Stelle sagt, die scheinbaren Unregelmäßigkeiten in der eigenen Bewegung mancher Fixsterne wer-

den befriedigend durch die Annahme dunkeler Himmelskörper von fixsternähnlicher Größe erklärt, so ist damit gemeint, daß solche Körper ein gegenseitiges Umkreisen, wie bei den sichtbaren Doppelsternen, hervorbringen müssen. Etwas der Art findet freilich auch in unserem Sonnensysteme statt, die Sonne steht darin in Beziehung zu den Planeten nicht durchaus fest, sondern sie bewegt sich je nach der Constellation derselben auf eine sehr complicirte Weise, aber nur sehr wenig, da die Masse der Planeten im Vergleich zu der der Sonne sehr gering ist und zudem niemals alle Planeten nach einer Richtung wirken, sondern stets nach sehr verschiedenen, wodurch sich ihre Einzelwirkungen in gewissem Grade ausgleichen und aufheben.

In neuester Zeit ist es nun Peters gelungen, zu zeigen, daß der Sirius, dieser Diamant erster Größe an unserem Himmel, mit 49jähriger Umlaufszeit eine kleine Ellipse am Himmel beschreibt, ganz nach Art der sichtbaren Doppelsterne. Hierdurch ist denn zugleich die Existenz dunkler Weltkörper von der Größe und Massenhaftigkeit der Fixsterne erwiesen. Sirius ist ein Doppelstern, dessen Begleiter nicht leuchtet. Das Verlöschen des Lichtes mancher Fixsterne, besonders das nur periodische, kann als ein anderer Beweis angesehen werden, da man unmöglich voraussetzen kann, sie würden gleichzeitig gänzlich vernichtet. Ihre Masse bleibt, nur die Eigenschaft des Leuchtens geht verloren.

Wenn es dunkle Sterne giebt, d. h. nicht nur gewöhnliche Planeten ohne eigenes Licht, sondern so große Begleiter von Sonnen, daß dadurch der Charakter von Doppel- oder mehrfachen Sternen hervorgerufen wird, so kann es auffallen, daß noch nie Fixsternverfinsterungen durch solche Weltkörper beobachtet worden sind.

Da aber zur Zeit noch für kein sichtbares Doppelgestirn, viel weniger für ein unsichtbares, die gegenseitige Bewegung ganz genau hat berechnet werden können, man also solche Verfinsterungen, wenn sie auch stattfinden, jedenfalls noch nicht voraus zu bestimmen vermag, so würde es nur ein seltsam glücklicher Zufall sein, wenn gerade im Moment der Verfinsterung ein geübtes Auge durch ein Fernrohr nach dem verfinsterten Stern gerichtet wäre. Aus diesem Grunde kann das noch nicht

Beobachtetsein von solchen Verfinsterungen kaum als ein Grund für ihre Nichtexistenz angeführt werden.

Eine andere Betrachtung drängt sich mir bei dieser Gelegenheit auf, die im innigsten Zusammenhange mit dem steht, was im 13. Brief besprochen wurde. Auch die Existenz dunkler Weltkörper, gewöhnlicher Planeten sowohl, als ungeheuer massenhafter in Doppelgestirnen, müßte die überall gleichmäßige Lichtstrahlung des Weltraums unterbrechen, selbst dann, wenn in allen Richtungen Sonnen vorhanden wären und ein absolut leerer Raum das strahlende Licht nicht schwächte.

Wenn es aber erlaubt sein sollte, aus dem Massenverhältniß der dunklen Körper unseres Sonnensystems zur Sonne auf ein ähnliches Verhältniß in allen übrigen Systemen zu schließen, so würde jedenfalls die verdunkelte Oberfläche weit kleiner sein, als die lichtstrahlende. Die Kreisflächen, mit welchen sämmtliche Planeten und Trabanten unseres Systems einem Beobachter weit außerhalb desselben sichtbar werden können, betragen zusammen genommen nur einen sehr kleinen Theil von der Fläche der Sonnenscheibe. Verstehen Sie mich recht, ich meine, wenn wir voraussetzen dürften, daß es den sichtbaren Fixsternen ähnliche dunkle Weltkörper giebt, so ist es doch jedenfalls wahrscheinlich, daß sie durchschnittlich im ganzen Weltraum ähnlich wie in unserem Sonnensystem von den sonnenartig leuchtenden an Masse und an Oberfläche weit überwogen werden, der Art, daß sie immer nur einen sehr kleinen Theil des Himmelszeltes verfinstern könnten.

Wäre das Verhältniß ein solches oder auch nur ein ähnliches in allen Systemen, wie in unserem, so würde immer noch weit über die Hälfte der Himmelsfläche leuchtend erscheinen müssen, während die dunkle Fläche der dunklen Sterne auf diesem Lichtglanz höchstens etwas mehr als das Verhältniß der jetzt leuchtenden Sterne einnehmen könnte. In keinem Falle reicht daher eine solche Hypothese aus, um die dunklen Zwischenräume der Fixsterne zu erklären.

Achtunddreißigster Brief.

Parallare.

„Schon Galilei hat in dem Anfang des 17. Jahrhunderts die Idee angeregt, den „gewiß überaus ungleichen Abstand der Fixsterne von dem Sonnensysteme zu messen“; ja schon zuerst mit großem Scharfsinn das Mittel angegeben, die Parallaxe aufzufinden: nicht durch die Bestimmung der Entfernung eines Sternes vom Scheitelpunkte oder dem Pole, sondern „durch sorgfältige Vergleichung eines Sternes mit einem anderen sehr nahestehenden.“ Es ist in sehr allgemeinen Ausdrücken die Angabe des mikrometrischen Mittels, dessen sich später William Herschel (1781), Struve und Bessel bedient haben.“

Kosmos S. 271.

Im 3. meiner früheren Briefe habe ich Ihnen gesagt, was man unter der Parallare eines Firsternes zu verstehen hat, daß es nämlich der Winkel ist, welchen die beiden geraden Linien vom Stern aus nach beiden Enden eines Durchmessers der Erdbahn mit einander machen. Der Durchmesser der Erdbahn wird in diesem Falle als Standlinie für die Messung benutzt, da jede Standlinie auf der Erde selbst sich als viel zu kurz erwiesen hat, um bei Firsternen noch irgend einen Winkelunterschied zu erkennen, während für den Mond, für die Sonne und für die näheren Planeten solche irdische Standlinien ausreichen, um die Parallare zu finden.

Wendet man den Durchmesser der Erdbahn als Standlinie an, so beträgt deren Länge ungefähr 41 Millionen Meilen, und da sich Winkeldifferenzen von einer Secunde schon vor 20 Jahren sicher beobachten ließen, so konnte man hoffen, mit Hülfe einer so langen Standlinie die Entfernung von Sternen zu messen, welche nicht über 4 Billionen Meilen entfernt sind. Die ersten Versuche, die Parallare eines Firsternes zu bestimmen, mißlangen indessen alle, und man schloß daraus, daß alle Firsterne, auf welche man die Methode angewendet hatte, über 4 Billionen Meilen (d. i. über 200,000 Erd-Sonnenabstände, „Erdweiten“) entfernt seien.

Unermüdliche Ausdauer, Vervollkommnung der Instrumente und der Methode haben indessen zu gelungenen Resultaten ge-

führt. Ich habe Ihnen bereits am angeführten Orte das Verfahren angedeutet, welches namentlich Bessel anwendete, als er die Parallaxe des Sternes 61 im Schwan bestimmte. Wir sahen, daß man diesen Winkel nicht direct zu messen braucht, sondern daß man ihn berechnen kann aus den kleinen Veränderungen der Constellation des Sternes gegen seine Nachbarn, von denen vorausgesetzt werden darf, daß sie nicht alle gerade eben so weit entfernt sind, als er selbst, sondern näher oder weiter, der Art, daß durch hinreichende Fortbewegung der Erde sich ihr gegenseitiger Abstand etwas ändern muß. Auch diese Methode mißlang Anfangs und führte dagegen zu Auffindung der physischen Doppelsterne, die beide in ungefähr gleich weitem Abstand von uns um ihren gemeinsamen Schwerpunkt kreisen. Nach wiederholten Versuchen gelang es indessen, sich scheinbar nahestehende Sterne zu beobachten, die keine wahren Doppelsterne sind und deshalb jene gegenseitigen Verschiebungen durch Bewegung der Erde erkennen ließen.

Da aber die Bewegung der Erde jedenfalls ein doppelte ist, eine um die Sonne und eine mit der Sonne, so hat man nur den Theil der dadurch hervorgebrachten Aenderung zu berücksichtigen, welcher sich als einer Jahresperiode folgend erweist, nicht den, welcher stetig fortschreitet.

Die zu messende Verschiebung der Sternconstellation ist demnach eine ähnliche, wie die von zwei oder mehreren hinter einander stehenden Kirchthürmen, bei denen Sie auf einem Wege von bestimmter Länge hin und her vorbeigehen, so daß sich dieselben bald gegenseitig zu nähern, bald sich von einander zu entfernen scheinen, nur mit dem Unterschiede, daß in unserm Falle auch der bestimmte Weg, die Erdbahn, stets fortrückt, so daß auch dadurch die gegenseitige Lage der Thürme stets eine etwas andere werden müßte, nicht blos durch Ihre eigene Bewegung auf dem Wege, wenn derselbe Fall bei dem gewählten Beispiel stattfände. Die beiderlei Verschiebungen würden sich aber dadurch unterscheiden, daß die eine periodisch wäre, die andere nicht. Der Weg vertritt hier den Durchmesser der Erdbahn um die Sonne, die doch selbst mit im Raume fortrückt.

Etwas ähnlicher wird mein Vergleich, wenn Sie auf einem großen Schiffe bei einer Stadt vorbei fahren und während

dessen in gleichen Perioden von einem Ende des Schiffes zum anderen gehen, stets die gegenseitige Stellung der Thürme beobachtend. Die Fortbewegung des Schiffes vertritt hier die des Sonnensystemes, Ihr eigenes Auf- und Abwandeln die der Erde in der Bahn um die Sonne. Die Verschiebung der Stadtthürme wird dann theils eine stetige, durch die Bewegung des Schiffes bedingte sein, theils eine periodische, welche von dem Auf- und Abgehen herrührt, und bei genauer Beobachtung ist es möglich, den Einfluß beider von einander zu sondern. Besitzt die Stadt einen Doppelthurm, so kann dieser zugleich einen physischen Doppelstern vorstellen, bei welchem alle Verschiebungen langsamer erfolgen, als bei den weit hinter einander stehenden.

Die Ursache eines anderen schwer zu beseitigenden kleinen Fehlers kann bei dieser mikrometrischen Parallaxenbestimmung die eigene Bewegung der beobachteten Sterne werden. Aber durch das sorgfältige Ausscheiden der Jahresperiode, die nur von dem Durchmesser der Erdbahn bedingt ist, aus allen diesen Aenderungen wird auch dieser möglichst unschädlich gemacht, und so ist es denn gelungen, die Parallaxen einer Anzahl von Fixsternen zu bestimmen, von denen Sie die 9 sichersten S. 275 des Kosmos verzeichnet finden. Der nächste derselben α des Centaur, ein schöner Doppelstern am südlichen Himmel, ist hiernach etwa 200,000 mal so weit von uns entfernt, als die Sonne von der Erde, also etwa 4 Billionen Meilen. Das Licht braucht von ihm etwas über 3 Jahre, um bis zu uns zu gelangen. Der fernste unter den einigermaßen zuverlässig bestimmten, die Capella, ist um ein Vielfaches dieser Größe von uns entfernt.

Außer dieser Methode zu Bestimmung der Fixsternentfernung, haben wir im 12. Briefe bereits eine andere kennen gelernt, welche nur auf sehr unsicherer Schätzung der Lichtstärke beruht, und jedenfalls einer auf andere Weise bestimmten Maßeinheit bedarf, um irgend ein numerisches Resultat zu liefern. Im 40. Briefe werden wir noch ein sinnreiches Hülfsmittel kennen lernen, die Parallaxenbestimmung durch annähernde Messung von Lichtwegen zu erweitern. Auch in diesem Falle greifen die verschiedenartigsten Entdeckungen zu ihrer gegenseitigen Vervollkommnung hülfreich ineinander.

Neununddreißigster Brief.

Lichtstärke der Sterne.

„Was wir Sterne der niedrigsten Ordnung nennen, mögen uns nicht immer nur wegen ihres ungeheuren Abstandes als solche erscheinen, sondern auch weil sie wirklich von geringerem Volum und geringerer Lichtentwickelung sind.“

„Die bisher erlangten Resultate ergeben gar nicht im Allgemeinen, daß die hellsten Sterne zugleich die uns näheren sind.“

Kosmos S. 276.

Aehnlich, wie Sie aus dem vorigen Briefe gesehen haben, daß die Bewegungen der Sterne theils wirkliche, theils scheinbare sind, verhält es sich auch mit der Lichtstärke. Es würde ganz unrichtig sein, wenn wir voraussetzen wollten, ein Stern, der von der Erde aus doppelt so stark leuchtend erscheint, als ein anderer, leuchte auch wirklich doppelt so stark. Die uns erscheinende Lichtstärke der Sterne ist offenbar ein Resultat aus der wirklichen, wahren und der Entfernung. Nach dem ganz einfachen Gesetze der Verbreitung des Lichtes wird derselbe Stern bei doppelter Entfernung nur mit ein Viertheil so intensivem Lichte erscheinen, als bei einfacher, oder wenn zwei Sterne eine ganz gleiche Lichtstärke besitzen, so wird derjenige von beiden, welcher nur halb so weit entfernt ist, als der andere, viermal so stark leuchten.

Ebenso würde es ganz unrichtig sein, wenn wir aus der Lichtstärke, welche für unser Auge die scheinbare Größe der Sterne bedingt, auf ihre wahre Größe schließen wollten. Selbst wenn wir von zwei Sternen wüßten, daß sie ganz gleich entfernt seien, würde dieser Schluß unzulässig sein, da wir nicht wissen, ob die Lichtintensität gleich großer Sterne (Sonnen) dieselbe ist, dies vielmehr sogar sehr unwahrscheinlich ist. Schon die bunten Färbungen vieler Sterne deuten eine wesentliche Verschiedenheit ihrer Lichtverhältnisse an, noch mehr aber wird dieselbe bestätigt durch den periodischen Lichtwechsel einiger Sterne und durch die höchst wahrscheinliche Existenz von dunkelen, gar nicht leuchtenden Weltkörpern, welche nicht wie unsere Planeten eine untergeordnete Rolle spielen, sondern

auf die am stärksten leuchtenden Sterne, wie auf den Sirius, eine so mächtige Gravitation üben, daß dieselben dadurch in die Bewegung von Doppelsternen versetzt werden.

Die erscheinende Lichtstärke für sich allein kann uns hiernach weder über die wahre Leuchtkraft, noch über die Größe, noch über die Entfernung der Firsterne Aufschluß gewähren. Nur durch eine Vergleichung der Lichtstärke mit beobachteten Bewegungen oder Entfernungen kann etwas daraus geschlossen werden, da eine meßbare Größe der Scheibe, welche ebenfalls zur Vergleichung dienen könnte, bei keinem Firsterne beobachtet wird. Aus solchen Vergleichungen geht nun aber hervor, daß die Lichtstärke der Sterne höchst wahrscheinlich nicht nur scheinbar, sondern wirklich verschieden ist, und zwar in dem Grade, daß manche Sterne, welche nur sehr klein erscheinen, unserem Sonnensystem dennoch viel näher sind, als andere, welche viel größer erscheinen. Ja wie Sie Seite 267 des Kosmos lesen können, zeigen sogar unter den Sternen, deren eigene Bewegung man bis jetzt gefunden hat, die scheinbar kleineren (lichtschwächeren) durchschnittlich eine stärkere Bewegung als die größeren, wonach es also wahrscheinlich ist, daß sie uns näher sind als diese, da die Wahrscheinlichkeit einer stärker erkennbaren Bewegung allemal für die näheren Sterne ist. Auch das ist freilich wieder nicht unbedingt zu nehmen, sondern eben nur wahrscheinlich, und auf die Voraussetzung gegründet, daß die eigenen Bewegungen der Sterne nicht allzu ungleich sind. Die Beobachtbarkeit der eigenen Bewegung und die erscheinende Größe derselben ist nämlich einestheils abhängig von der Entfernung, anderentheils aber von der Schnelligkeit derselben. Wenn man nun aber wohl mit Recht voraussetzen darf, daß die Schnelligkeit der Bewegung aller Firsterne nur in gewissen Grenzen schwanken wird, der Art, daß nicht der eine eine vieltausendmal größere Geschwindigkeit besitzt, als der andere, so hat man allerdings Grund zu vermuthen, daß durchschnittlich die Sterne uns näher sind, welche eine starke eigene Bewegung wahrnehmen lassen, als die, bei denen man eine sehr geringe, oder gar keine erkennt.

Um Ihnen recht sicher deutlich zu werden, will ich auch hier wieder ein Gleichniß aus dem Leben versuchen und zwar

ein recht triviales. — Denken Sie sich bei dunkler Nacht in eine offene Gegend. In der Entfernung stehen drei Männer, zwei mit gewöhnlichen Laternen und einer mit einer Pechfackel. Wenn die beiden Laternen ungleich weit von Ihnen entfernt sind, so werden die Lichter ungleich hell erscheinen, es kann aber gleichzeitig der Mann mit der Fackel leicht soweit entfernt sein, daß Ihnen dieselbe nicht stärker leuchtend erscheint, als die nächste, oder auch als die fernste Laterne. Wenn Sie daher die Leuchtkraft dieser Apparate und die Richtung, in der die einzelnen aufgestellt sind, nicht vorher kennen, so werden Sie aus derselben mit Sicherheit weder auf die Entfernungen, noch auf die wahre Lichtstärke schließen können. Lassen Sie nun diese drei Männer sich bewegen und zwar in gewöhnlichem Schritt rechtwinklig auf Ihre Gesichtslinie, dann werden Sie allerdings aus der ungleichen scheinbaren Schnelligkeit der Fortbewegung auf die Entfernung, und aus dieser wieder auf die wahre Lichtstärke schließen können. Aber dabei kommt natürlich sehr viel auf die wahre Schnelligkeit und auf die Richtung der Bewegung eines Jeden der Männer an. Wenn der Mann mit der entfernteren Laterne schnell läuft und der mit der näheren nur langsam geht, so ist es möglich, daß des ersteren Fortbewegung Ihnen doch noch schneller erscheint, als die des letzteren, obwohl er weiter entfernt ist, und wenn Sie dann nicht wissen, daß die Lichtstärken ursprünglich gleich sind, so werden Sie leicht den entfernteren für den näheren halten können. Ferner, wenn beide Laternenträger sich zwar mit gleicher Schnelligkeit fortbewegen, aber der nähere in der Richtung ihrer Gesichtslinie, der andere in irgend einer anderen Richtung, so werden Sie nur bei dem entfernteren eine Bewegung deutlich sehen, nicht aber bei dem, der mit der Laterne gerade auf Sie zu, oder von Ihnen weg geht, es müßte denn sein, daß durch seine Näherung oder Entfernung die scheinbare Lichtintensität sich änderte.

Durch dieses Beispiel wird Ihnen hoffentlich auch S. 103 des Kosmos völlig deutlich, wo es heißt:

„Mittelst einer photometrischen Vergleichung des Mondes mit dem Doppelsterne α Centauri des südlichen Himmels, dem dritten aller Sterne an Lichtstärke, hat Sir John Herschel es versucht, das Verhältniß zwischen der Intensität des Son-

nenlichts und dem Lichte eines Sternes erster Größe zu bestimmen; es wurde dadurch (wie früher durch Wollaston) ein Wunsch erfüllt, den John Michell schon 1767 ausgesprochen hatte. Nach dem Mittel aus 11 Messungen, mit einem prismatischen Apparate veranstaltet, fand Sir John Herschel den Vollmond 27,408 mal heller, als α Centauri. Nun ist nach Wollaston die Sonne 801,072 mal lichtstärker, als der Vollmond; es folgt also daraus, daß das Licht, welches uns die Sonne zusendet, sich zu dem Lichte, das wir von α Centauri empfangen, ungefähr verhält, wie 22,000 Millionen zu 1. Es ist demnach sehr wahrscheinlich, wenn man nach seiner Parallaxe die Entfernung des Sternes in Anschlag bringt, daß dessen innere (absolute) Leuchtkraft die unserer Sonne 2³/₁₀ mal übersteigt. Die Helligkeit vom Sirius hat Wollaston 20,000 Millionen Male schwächer gefunden, als die der Sonne. Nach dem, was man jetzt von der Parallaxe des Sirius zu wissen glaubt (0″, 230) überträfe aber seine wirkliche (absolute) Lichtstärke die der Sonne 63 mal. Unsere Sonne gehörte also durch die Intensität ihrer Lichtprocesse zu den schwachen Fixsternen."

Man kann nämlich, wenn man die Entfernungen kennt und sich die scheinbaren Lichtstärken zweier Himmelskörper durch Zahlenwerthe vergleichen lassen, daraus das wahre gegenseitige Helligkeitsverhältniß beider berechnen, und Sie ersehen aus den angeführten Beispielen, daß unsere Sonne von anderen Fixsternen an Leuchtkraft wahrscheinlich sehr übertroffen wird.

Die genauere Bestimmung und Vergleichung der scheinbaren (erscheinenden) Lichtstärke (die Photometrie) gehört zu den noch am wenigsten vervollkommneten Theilen der Astronomie, wie Sie das S. 101 bis 103 des Kosmos ausführlich entwickelt finden. Die Unterschiede, welche man macht, die Eintheilungen in Sterne erster, zweiter, dritter, vierter.... Größe u. s. w., beruhen fast ganz auf einer Abschätzung, deren Resultat natürlich stets einigermaßen willkürlich bleibt. Eine Vervollkommnung der Photometrie würde namentlich sehr wichtig sein für die Vergleichung der Lichtstärke einzelner Sterne in verschiedenen Perioden, die ohne eine genaue Bestimmung der Leuchtgrade natürlich sehr schwierig ist. Und dennoch ist ein solcher

Lichtstärkewechsel bei mehreren Sternen deutlich erkannt worden (Kosmos S. 171 und 251). Dagegen wird man aus der Untersuchung des Lichtes der Sterne nicht eher auf ihre Entfernung und Vertheilung im Raume schließen können, bis es nicht etwa der Optik gelingt, an dem Lichte Eigenschaften zu entdecken, aus denen wir auf die Zeit und den Raum schließen können, den es durchlaufen hat, oder auf die Intensität, die es an seiner Quelle besitzen muß. Wenn man bedenkt, daß es gelungen ist, durch Polarisationserscheinungen directes Licht von reflectirtem zu unterscheiden, und durch die Vertheilung der dunklen Linien im Farbenspectrum die einzelnen Lichtarten aus verschiedenen Quellen, so scheint auch eine solche Aufgabe nicht unmöglich.

An diese Erörterungen über die wahre oder scheinbare Lichtstärke der Sterne schließt sich wohl ganz passend eine Betrachtung der Frage über die verschiedene Natur der Himmelskörper an. Sind die Sonnen, Planeten, Monde, Kometen u. s. w. wirklich qualitativ oder nur quantitativ von einander verschieden? — Die zusammensetzenden Stoffe kennen wir bei keinem Himmelskörper außer bei der Erde, es liegt aber kein Grund vor, sie für durchaus verschieden zu halten. — Die Ungleichheit des Aggregatzustandes und das Vorherrschen leichterer oder schwererer Stoffe würde hinreichen, um die ungleiche Gravitation bei gleichem Volumen zu erklären.

Die Verschiedenheit der Weltkörper besteht für uns nur in ihrer Größe, Gravitation, Lichtstärke und Bewegung. Aber alle diese Unterschiede sind theils nur relativ, theils scheinbar. Dennoch sind darauf die verschiedenen Benennungen gegründet, deren Bedeutung allgemein verstanden wird, ohne daß sich ein Jeder, der sie versteht, auch des wahren Unterschiedes bewußt ist.

Um diese Unterschiede deutlicher zu machen, wird es am bequemsten sein, von einer Centralsonne unseres Milchstraßensystemes auszugehen, möge nun eine solche existiren oder nicht, denkbar ist sie jedenfalls und auch oft von Astronomen angenommen worden. Eine solche Centralsonne würde innerhalb des Milchstraßensystemes verhältnißmäßig feststehen und von allen anderen Fixsternen (auch von unserer Sonne) umkreist

werden. Ob sie sich etwa mit dem gesammten Milchstraßensysteme im Weltraum fortbewegt und nach welchen Gesetzen, ist jedenfalls eine noch nicht weiter zu erörternde Frage, da noch gar keine Hoffnung zu ihrer Beantwortung vorhanden ist. Genug, für die uns sichtbare Fixsternenwelt steht die einstweilen angenommene Centralsonne verhältnißmäßig fest, der gemeinsame Schwerpunkt unserer Weltinsel ruht in ihr und verändert seine Lage nur wenig durch die Constellation der umkreisenden Sterne; diese verhalten sich zu der Centralsonne, wie die Planeten des Sonnensystemes zur Sonne, mit dem alleinigen Unterschiede, daß die meisten derselben selbst leuchten und sehr groß sind. Da es aber wahrscheinlich auch dunkele Fixsterne giebt, so ist das Selbstleuchten nicht als eine ganz allgemeine Eigenschaft dieser Kategorie von Weltkörpern zu betrachten.

Unter dem, was man Fixsterne oder Sonnen zu nennen pflegt, haben wir nun zweierlei zu unterscheiden, nämlich von einem Planetensystem umgebene Sonnen, und Doppelsterne. Von den ersteren ist unsere Sonne das einzige wirklich bekannte Beispiel, während allerdings vermuthet werden darf, daß sehr viele Fixsterne von ähnlichen Systemen umgeben sind. Die wahren, d. h. nicht nur optischen, sondern physischen Doppelsterne sind dagegen eine sehr vielfach beobachtete Thatsache. Ihr wesentlicher Charakter besteht darin, daß zwei Weltkörper von nahe gleicher Größe und Schwere einander gegenseitig, oder vielmehr ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt umkreisen, der nicht in einem der Körper liegt, sondern zwischen beiden.

Da es nun aber auch drei- und mehrfache Sterne giebt, und da bei manchen der eine der beiden (oder mehreren) fast gleich großen Weltkörper dunkel (also keine leuchtende Sonne) zu sein scheint, so wird dadurch eine Art von Uebergang in die Form unseres planetarischen Sonnensystemes bedingt. Der wesentlichste Unterschied besteht eigentlich nur darin, daß bei den Doppel- und vielfachen Sternen die Lage des gemeinsamen Schwerpunktes des ganzen Systemes nicht durch die überwiegend große Masse eines der Körper bedingt wird und deshalb wenigstens bei den Doppelsternen nie innerhalb eines der Körper liegt (bei den mehrfachen ist das nämlich immer wieder

möglich), während bei planetarischen Systemen kein einziger Planet für sich allein den Schwerpunkt aus dem Centralkörper (der leuchtenden Sonne) herausrücken würde. Nur die gemeinsame Gravitation mehrerer derselben, wenn sie nach einer Richtung zu stehen, kann das bewirken. Wir können aber nicht wissen, ob die Doppel- und mehrfachen Sterne nicht ebenfalls noch von kleinern planetarischen Körpern umkreist werden.

Ich gelange nun zu der dritten Abstufung der Weltkörper, zu den Planeten. Da es wahrscheinlich dunkele Doppelsterne giebt, die man nicht Planeten zu nennen pflegt, so kann das Nichtleuchten auch nicht als alleinige oder wesentlichste Unterscheidung der Planeten von den sogenannten Fixsternen betrachtet werden. Ebenso ist das Umkreisen einer Sonne oder das Umkreistwerden von Trabanten keine wesentlich unterscheidende Eigenschaft derselben. Denn wenn es eine Centralsonne geben sollte, so verhalten sich die übrigen Fixsterne zu ihr wie Planeten, die Planeten selbst aber wie Trabanten und die Monde unseres Sonnensystemes (von denen ohnehin nicht alle Planeten umgeben sind) verhalten sich zu den Planeten, wie diese zur Sonne. Als wesentlich für die Natur der Planeten müssen wir darum vielmehr betrachten, daß sie eine leuchtende Sonne umkreisen, während der gemeinsame Schwerpunkt für jeden einzelnen Planeten innerhalb des Sonnenkörpers liegt. Läge er außerhalb desselben, so würde der Planet dadurch den Charakter eines dunkelen Doppelsternes annehmen. Die vierte Stufe in unserer himmlischen Hofrangordnung ist nun die der Trabanten oder Monde. Sie umkreisen einen Planeten, und sie verhalten sich zu diesem wie die Planeten zur Sonne, das heißt, der gemeinsame Schwerpunkt liegt innerhalb der Masse des Planeten. Läge er außerhalb — zwischen Planet und Trabant — so würden beide dadurch den Charakter von Doppelplaneten annehmen. Es ist denkbar, daß es in anderen Sonnensystemen solche Doppelplaneten giebt, die beide von ganz gleicher Größe und Gravitation sind. Uns fehlen sie.

Der Ring des Saturn — diese noch allein stehende Weltkörperform — gehört ganz in die Kategorie der Trabanten. Sollte das Thierkreislicht, wie von Einigen vermuthet

wird, von einem Ring etwas verdichteten Weltäthers herrühren, so würde es sich zur Sonne beinahe so verhalten, wie der Ring zum Saturn.

Es bleiben uns von den bekannten Weltkörperarten jetzt noch die Kometen und etwa die Aerolithen (Meteorsteine und Sternschnuppenschwärme) zu rangiren übrig.

Die Kometen sind eigentlich nur durch ihre sehr geringe Dichtigkeit und durch die oft ungemein excentrische Form ihrer Bahnen von den Planeten verschieden. Denn die Natur ihres Lichtschweifes ist zu variabel und zu wenig bekannt, um als ganz specifischer Unterschied betrachtet werden zu können.

Die wahrscheinlich die Sonne umkreisenden Aerolithenschwärme oder Ringe sind ebenfalls noch zu hypothetisch, um sie schon mit Bestimmtheit zu classificiren. Die vermuthete Form ihrer Bahnen ist eine planetarische.

Sie werden aus dem Vorstehenden ersehen haben, daß die Classification der Himmelskörper wie die meisten Classificationen nicht auf ganz absoluten Unterschieden beruht und sehr subjectiver Natur ist, denn sogar das Selbstleuchten kann nicht als ein ganz absoluter Unterschied betrachtet werden, da es ungleiche Grade desselben giebt (Lichtwechsel der Fixsterne), und da wir noch nicht mit Sicherheit behaupten können, daß die dunklen Weltkörper gar kein eigenes Licht ausstrahlen. Ein sehr geringer Grad desselben kann neben stärkerem Licht leicht für uns unsichtbar bleiben, als dunkel erscheinen, und selbst die Untersuchungen, welche auf das Gesetz der Lichtpolarisation begründet sind, beweisen noch nicht, daß unter ganz vorwiegenden reflectirten Lichtstrahlen der Planeten und Monde nicht auch sehr kleine Quantitäten eignen Lichtes gleichsam versteckt sind.

Was unsere Erde anlangt, so kann es kaum einem Zweifel unterliegen, daß sie durch die Processe des Nordlichtes vom Monde aus für eine sehr feine Wahrnehmung zuweilen etwas selbstleuchtend erscheinen müßte.

Vierzigster Brief.

Lichtweg als Maß.

„Der menschliche Scharfsinn hat zu dieser Classe von Untersuchungen Hülfsmittel erdacht, welche von den gewöhnlichen ganz verschieden und, auf die Geschwindigkeit des Lichts gegründet, hier eine kurze Erwähnung verdienen. Der den physikalischen Wissenschaften so früh entrissene Savary hat gezeigt, wie die Aberration des Lichts bei Doppelsternen zur Bestimmung der Parallaxe benutzt werden könne. Wenn nämlich die Ebene der Bahn, welche der Nebenstern um den Centralkörper beschreibt, nicht auf der Gesichtslinie von der Erde zu dem Doppelstern senkrecht steht, sondern nahe in diese Gesichtslinie selbst fällt; so wird der Nebenstern in seinem Laufe ebenfalls nahe eine gerade Linie zu beschreiben scheinen, und die Punkte der der Erde zugekehrten Hälfte seiner Bahn werden alle dem Beobachter näher liegen, als die entsprechenden Punkte der zweiten, von der Erde abgewandten Hälfte. Eine solche Theilung in zwei Hälften bringt nur für den Beobachter (nicht in der Wirklichkeit) eine ungleiche Geschwindigkeit hervor, in welcher der Nebenstern in seiner Bahn sich von ihm entfernt oder sich ihm nähert. Ist nun der Halbmesser jener Bahn so groß, daß das Licht mehrere Tage oder Wochen gebraucht, um ihn zu durchlaufen, so wird die Zeit der halben Revolution in der abgewandten, entfernteren Seite größer ausfallen, als die Zeit in der dem Beobachter zugekehrten Seite. Die Summe beider ungleichen Zahlen der Dauer bleibt der wahren Umlaufszeit gleich; denn die von der Geschwindigkeit des Lichts verursachten Ungleichheiten heben sich gegenseitig auf. Aus diesen Verhältnissen der Dauer nun lassen sich, nach Savary's sinnreicher Methode, wenn Tage und Theile der Tage in ein Längenmaß verwandelt werden (3889 Millionen geographische Meilen durchläuft das Licht in 24 Stunden), die absolute Größe des Halbmessers der Bahn, und durch die einfache Bestimmung des Winkels, unter welchem der Halbmesser sich dem Beobachter darbietet, die Entfernung des Centralkörpers und seine Parallaxe ableiten." Kosmos S. 277.

Der Inhalt dieser Stelle ist unstreitig von ganz besonderer Wichtigkeit für unsere richtigere Erkenntniß der Entfernung und eigenen Bewegung von Firsternen. Es handelt sich um eine Bestimmung der Bahngestalt und zugleich der Entfernung von Doppelsternen mit Hülfe der bekannten Geschwindigkeit des Lichtes. Gestatten Sie mir deshalb, daß ich Ihnen diese ganze Operation möglichst deutlich zu machen suche.

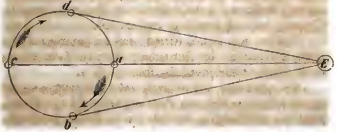
Nachdem man einmal erkannt, daß die Firsterne nicht fest stehen, hat man mit der Zeit mehrere Arten der Bewegung an ihnen entdeckt, theils scheinbare, theils wirkliche.

Die scheinbaren sind abhängig von der Fortbewegung des Sonnensystems im Weltraum (das Auseinanderrücken der Sterne), ferner von der Bewegung der Erde um die Sonne (parallarische

Bewegungen und Aberration), und endlich von den Schwankungen der Ekliptik und der Erdaxe; die wirklichen dagegen sind theils translatorische, d. h. Fortbewegungen im Raume, deren Gesetze noch gar nicht weiter bekannt sind, die aber vielleicht der Umdrehung um einen allgemeinen Centralpunkt entsprechen, theils deutlich kreisende; das sind die Bewegungen der Doppelsterne um ihren gemeinsamen Schwerpunkt.

Bei diesen letzteren nun ist es möglich geworden, die bekannte Geschwindigkeit des Lichtes auf eine sehr sinnreiche Weise zur annähernderen Bestimmung des Bahndurchmessers, der Umkreisungsgeschwindigkeit und noch indirecter selbst der Gravitation und Entfernung dieser Doppelsterne anzuwenden.

Wenn nämlich die Bahnen eines Doppelsternpaares so liegen, daß wir von der Erde aus sehr schräg auf ihre Ebene sehen, so schräg, daß dieselbe beinahe oder ganz als eine Linie erscheint, so ist es leicht begreiflich, daß das Licht des in seiner Bahn umlaufenden Sternes von den entfernteren Theilen der Bahn aus etwas längere Zeit braucht, um bis zu uns zu gelangen, als von den näheren. Alle diese Bahnen sind höchst wahrscheinlich elliptischer oder kreisähnlicher Natur. Der Zeitverlust des Lichtes wird deshalb dieser Bahngestalt entsprechend abwechselnd wachsen und abnehmen. Dieses abwechselnde früher oder später zu uns Gelangen des Lichtes aber wird sich für unsere Wahrnehmung durch eine Beschleunigung und Verzögerung der scheinbaren Fortbewegungsgeschwindigkeit äußern, unabhängig von der ähnlichen scheinbaren Beschleunigung und Verzögerung, welche durch die schräge Lage der Bahn an sich bedingt ist. Der Stern wird deshalb etwas schneller nach der einen Seite gehen, als nach der anderen.



Der Lauf des Sternes in seiner Bahn von a über b nach c wird von der Erde (E) aus gesehen länger dauern, als von c über d nach a, und der Zeitunterschied wird dem Lichtweg von c nach a entsprechen.

Beträgt z. B. die Verzögerung des Lichts, welche durch den ganzen Durchmesser der Doppelsternbahn bedingt wird, gerade einen Tag (24 Stunden), so wird der Stern einen Tag länger für diese Bahnhälfte zu brauchen scheinen, als für den Rücklauf in der anderen Hälfte, und wir werden ihn in dem entfernteren Bahntheil allemal um einen Tag zu spät an der Stelle sehen, an welcher er sich nach seiner wahren Bewegung vergleichsweise zur anderen Bahnseite befinden sollte. Wegen des allgemeinen Abstandes von unserem Sonnensystem sehen wir ihn allerdings überall zu spät, aber dieses allgemeine Zuspätsehen hat keinen Einfluß auf die scheinbare Schnelligkeit, da es für alle Bahntheile ganz gleich ist, nur die Differenz des Abstandes der näheren und ferneren Bahntheile bringt eine scheinbare Verzögerung und Beschleunigung der Bewegung hervor.

Derartige Verschiedenheiten der scheinbaren Umdrehungsgeschwindigkeit hat man nun wirklich an Doppelsternen beobachtet, und aus der Zeitdifferenz läßt sich die Größe des Weges ungefähr berechnen, welche das Licht von der einen Bahnseite mehr zurücklegen mußte, als von der anderen, um bis zu uns zu gelangen.

Dieser Weg ist nothwendig gleich einem Bahndurchmesser. Hat man nun aber einmal einen Bahndurchmesser, so kann man daraus mit Hülfe der Umlaufszeit unter der Voraussetzung, daß die Bahnform keine ganz abweichende ist, nicht nur die absolute Geschwindigkeit und das gegenseitige Gravitationsverhältniß der beiden Doppelsterne, sondern auch ihren Abstand von der Erde bestimmen. Die Kenntniß des wahren Bahndurchmessers und des Winkels, unter dem derselbe erscheint, oder auch der wahren Geschwindigkeit, verglichen mit der scheinbaren, bei bekannter Richtung, reicht dazu allein schon hin.

Sie sehen also, daß in solchem Falle die Zeit, welche das Licht braucht, um in einem sehr entfernten Theile der Welt einen gewissen Weg zurückzulegen, dazu dient, die Größe die-

ses Weges zu messen, und diese Größe ist gleich dem Durchmesser einer Doppelsternbahn.

Ein solches Ineinandergreifen der an sich verschiedenartigsten Entdeckungen ist gerade von der außerordentlichsten Wichtigkeit für die Fortschritte der Naturwissenschaften. Jede neue Entdeckung pflegt abermals neue zu gebären oder zu unterstützen.

Einundvierzigster Brief.

Die Centralsonne.

„Ist demnach die Richtung der fortschreitenden Bewegung unseres Sonnensystems innerhalb mäßiger Grenzen bestimmt worden, so entsteht sehr natürlich die Frage: ob die Fixsternwelt, gruppenweise vertheilt, nur aus neben einander bestehenden Partial-Systemen zusammengesetzt sei; oder ob eine allgemeine Beziehung, ein Kreisen aller selbstleuchtenden Himmelskörper (Sonnen) um einen, entweder mit Masse ausgefüllten oder leeren, unausgefüllten Schwerpunkt gedacht werden müsse.“ Kosmos S. 281.

Das Gewand der Hypothese ist weit und bequem, aber je bequemer (gleich einem Schlafrock), um so weniger geeignet, damit in guter Gesellschaft zu erscheinen, oder, was hier dasselbe ist, vor einem wissenschaftlichen Publicum; während allerdings das große Publicum oft gerade die gewagtesten Hypothesen am meisten bewundert. Dennoch sind Hypothesen nicht nur unentbehrlich, sondern auch sehr nützlich als vorzüglicher Sporn zu genauen Forschungen in irgend einer bestimmten Richtung, und sie haben gar häufig schon zu ganz anderen Resultaten geführt, als man erwartete. Was in vorstehender Stelle angeregt ist, bewegt sich vorläufig nur auf dem Gebiet der Hypothesen, denn es ist die eigene Bewegung unserer Sonne, wie ich Ihnen schon im 10. Briefe zeigte, sowie die der übrigen Fixsterne noch viel zu wenig bekannt, als daß man irgend sichere Schlüsse daraus ableiten könnte.

Aus der Organisation unseres Sonnensystems vermuthet man, daß auch die große Weltkörpergruppe, welche wahrscheinlich von der Milchstraße umschlossen ist, einen Centralpunkt der Schwere (Gravitation) besitze, um welchen alle zu dieser Gruppe gehörigen Sterne oder Sternsysteme sich in kreisähnlichen Bahnen bewegen. Die aus der Sternvertheilung geschlossene platte linsenförmige Gestalt dieser Weltinsel macht es dabei wahrscheinlich, daß, wenn überhaupt die Hypothese richtig ist, dann auch, wie in unserem Sonnensystem, die meisten dieser Weltkörperbahnen nicht sehr bedeutend von einer Ebene, und zwar von der der Milchstraße, abweichen, weil sie außerdem durch von dieser Ebene sehr abweichende Bahnen auch aus derselben heraus gerückt und außerhalb derselben sichtbar sein würden, so daß sie dann also nicht eine platte Linse, sondern mehr eine Kugel bilden. Unser Sonnensystem liegt (oder bewegt sich jetzt) nicht ganz, sondern nur beinahe in dieser Ebene, in welcher jedenfalls der allgemeine Schwerpunkt zu suchen ist, nämlich etwas auf der Seite dieser Ebene, auf welcher wir das Sternbild der Jungfrau erblicken. Aber es bewegt sich dasselbe in einer Richtung, welche nicht sehr viel von dieser Ebene abweicht, sie schräg durchschneidet, und welche nicht gegen einen Centralpunkt der Gravitation innerhalb dieser Ebene spricht, gerade so, wie das bei vielen Planeten unseres Sonnensystems der Fall ist. Es bewegt sich nämlich in der Richtung nach dem Sternbilde des Herkules zu.

Welcher Art nun dieser Centralpunkt sei, ob er durch einen überwiegend großen, Gravitation übenden Körper vertreten werde, ähnlich der Sonne in unserem Sonnensystem, mit anderen Worten, ob es eine wahre Centralsonne, oder ob es nur ein idealer Schwerpunkt sei, resultirend aus der Gravitation aller Weltkörper, das ist eine nach den gegenwärtigen Unterlagen noch nicht sicher zu entscheidende Frage, über welche verschiedene Ansichten bestehen. Die Beantwortung dieser Frage entscheidet gleichsam über das in unserer Weltinsel herrschende Regierungssystem. Ist eine übermächtige Centralsonne vorhanden, so ist das System ein monarchisches, ist dagegen der Centralpunkt nur ein idealer, aus der Zusammenwirkung aller einzelnen Himmelskörper resultirender, so ist das System ein repu-

blikanisches oder vielmehr demokratisches mit einem idealen Präsidenten an der Spitze, dessen ganze Macht auf der der einzelnen Staatsbürger beruht und aus ihr hervorgeht. Sie mögen immerhin diesen Vergleich weiter verfolgen, er läßt gar interessante Betrachtungen zu. So ist z. B. unser Sonnensystem zwar ein monarchisches, mit der Sonne als Herrscher; aber durchaus alleinherrschend ist die Sonne dennoch nicht, sondern alle Planeten influiren je nach ihrer Größe etwas auf sie, zwar nur sehr wenig, aber doch so viel, daß der Schwerpunkt der Macht bei gewissen Constellationen nicht mehr im Körper der Sonne liegt, sondern nur dicht daneben; und ist es nicht im Grunde in jeder Monarchie ebenso? Einigen Einfluß haben die Großen des Reichs oder die Massen des Volkes allemal, nur der Grad ist verschieden und nie so sicher nach dem Werth (dem Gewicht) der Einzelnen abgewogen, als das bei den Systemen der Himmelskörper mit mathematischer Schärfe der Fall ist.

Doch ich kehre aus der Menschenwelt zurück in die Sternenwelt. Die zuerst erwähnte Hypothese, die Annahme einer mächtigen Centralsonne ward von Argelander in gewissem Grade vertreten, doch hat er sie nie für etwas mehr, als eine einstweilige Hypothese ausgegeben. Die zweite dagegen hat in neuster Zeit einen sehr warmen und eifrigen Vertheidiger an Mädler gefunden. Nach ihm bildet die Gruppe der Plejaden das Gravitationscentrum der gesammten (sichtbaren) Fixsternenwelt, die Milchstraße mit einbegriffen. Dieses Centrum ist aber kein überwiegend materielles, sondern zunächst nur ein virtuelles (ein Kraftcentrum): es ist der Schwerpunkt, in Beziehung auf welchen die Gesammtanziehungen der Fixsterne im Gleichgewicht stehen. Der Mangel einer überwiegenden Masse im Centrum bewirkt, daß die Anziehungen mit der Entfernung vom Centralpunkte wachsen, also in der Nähe des Centrums geringer sind, als gegen den äußeren Rand der Linse hin. Derjenige einzelne Stern jedoch, in welchen (nach Mädler) mit größerer Wahrscheinlichkeit als irgend wo sonst der Schwerpunkt gesetzt werden kann, also gleichsam der Präsident der großen Sternenrepublik ist Alcyone. An dieses, wenn richtig, gewiß großartige Resultat knüpft Mädler einige noch kühnere weitere Folgerungen in Beziehung auf die Sonnenbahn und auf den Bau

des gesammten Milchstraßensystemes, die er freilich selbst nur für rohe Annäherungen ausgiebt. So berechnete er die Umlaufszeit unseres Sonnensystemes um den Centralpunkt auf etwa 20 Millionen Jahre, die Geschwindigkeit seiner Bewegung auf 8 Meilen in einer Secunde (Struve hat nur ungefähr 1/8 so viel gefunden), und die Entfernung desselben von der Plejadengruppe so groß, daß das Licht von dort bis zu uns 540 Jahre brauchen würde.

Das Centrum des Milchstraßensystemes bildet die massenreiche Plejadengruppe, deren Durchmesser zu etwa 600,000 Sonnenweiten angenommen wird; auf sie folgt eine breite ringförmige, auffallend sternleere Zone, dann wieder eine reicher mit Sternen besetzte u. s. w. Die äußersten und augenscheinlich breitesten der sternreichen Ringe bilden die Milchstraße, und ihren Halbmesser berechnet Mädler so groß, daß das Licht 3648 Jahre braucht, um ihn zu durchlaufen.

Ich wiederhole es, daß wir unter Mädler's Centralsonne nicht einen an Masse überwiegenden Stern zu verstehen haben, sondern nur denjenigen, welcher dem Schwerpunkte des ganzen Systemes zufällig am nächsten liegt. Mädler hält das Vorhandensein eines überwiegenden Centralkörpers, eines durch seine Masse herrschenden Centralsternes, für nicht wahrscheinlich, und es lassen sich für diese Ansicht in der That mehr Gründe anführen, als für die Existenz eines solchen. Dies zugegeben ist es nun aber immer noch die Frage, ob man wirklich diesen allgemeinen Schwerpunkt in den Plejaden und in der Nähe der Alcyone zu suchen oder schon gefunden hat? Mädler glaubt dies durch eine sehr mühsame und umfangreiche Vergleichung und Berechnung der bis jetzt bekannten eigenen Bewegungen von Fixsternen nachgewiesen zu haben. Nach ihm sollen diese Bewegungen, in Uebereinstimmung mit seiner Hypothese, je entfernter von Alcyone, um so schneller sein, und zwar nicht nur die durchschnittlichen Bewegungen, sondern auch die Maxima derselben sollen mit der Entfernung wachsen, und es soll ferner auch eine solche wahre (nicht blos scheinbare, durch die Fortbewegung unseres Sonnensystems bewirkte) Bewegung an den von Alcyone entfernteren Sternen ungefähr im Verhältniß der Entfernung häufiger und

von der scheinbaren Bewegung abweichender beobachtet worden sein.

Prof. Peters, der im Auftrag der Petersburger Akademie die ganze Hypothese und namentlich auch diese ihre Unterlagen oder vielmehr behaupteten Bestätigungen sorgfältig prüfte, hat nun aber gezeigt, daß die Zunahme der Größe (oder Schnelligkeit) der Bewegung mit der Entfernung von Alcyone nicht erweisbar, vielmehr sehr zweifelhaft ist, während allerdings die Art der Bewegung mit dem Abstand vom vermeintlichen Centralpunkt ein solches zunehmendes Verhältniß zeigt, wie es Mädler behauptet. Es ist jedoch zur Zeit die eigene Bewegung verhältnißmäßig erst nur sehr weniger Fixsterne bekannt und deshalb die darauf begründete specielle Hypothese jedenfalls sehr unsicher, namentlich was die genauere Bestimmung des vorausgesetzten Centralpunktes anlangt.

Es dürfte mir kaum möglich werden, in dem Raum dieser Briefe Ihnen die gründlichen Erörterungen Peters' vollkommen deutlich zu machen. Namentlich würde mir dies für die rein mathematische Untersuchung der Hypothese und ihrer nothwendigen Folgen sehr schwierig werden. Es scheint mir aber auch hinreichend, wenn ich Ihnen das Hauptresultat derselben mittheile, nach welchem die ganze Hypothese Mädler's außerordentlich unsicher ist, und aus manchen Umständen vielmehr geschlossen werden kann, daß der gemeinsame Schwerpunkt unserer Weltinsel gerade nicht in der Plejadengruppe liegt, ohne daß sich jedoch bis jetzt seine wahre Lage bestimmen läßt.

Hiernach ist also dieses große Problem der Astronomie noch nicht als gelöst zu betrachten, ja es ist die Frage noch nicht einmal entschieden, ob unsere Sternenwelt nur einem System mit gemeinsamem Centralpunkt angehört, oder ob sie zunächst aus mehreren getrennten Partial-Systemen besteht, deren jedes seinen besonderen Centralpunkt hat. Die ringförmige Vertheilung könnte für Ersteres sprechen, die Sternhaufen und Sternschwärme für Letzteres. Aber auch in diesem Falle bleibt es wahrscheinlich, daß das gesammte Milchstraßensystem ein zusammengehöriges ist, wie die Gestalt der Milchstraße und die Vertheilung der Sterne lehren.

Zweiundvierzigster Brief.

Doppelsterne.

„Wenn man in den Betrachtungen über die Fixstern-Systeme von den geahneten allgemeineren höheren zu den speciellen niederen herabsteigt, so gewinnt man einen festeren, zur unmittelbaren Beobachtung mehr geeigneten Boden. Zu den vielfachen Sternen, zu denen die binären oder Doppelsterne gehören, sind mehrere selbst leuchtende Weltkörper (Sonnen) durch gegenseitige Anziehung mit einander verbunden, und diese Anziehung ruft nothwendig Bewegungen in relativ geschlossenen krummen Linien hervor. Ehe man durch wirkliche Beobachtung den Umlauf der Doppelsterne erkannte, waren solche Bewegungen in geschlossenen Curven nur in unserem planetenreichen Sonnensystem bekannt. Auf diese scheinbare Analogie wurden voreilig Schlüsse gegründet, die lange auf Irrwege leiten mußten. Da man mit dem Namen Doppelstern jedes Sternpaar bezeichnete, in welchem eine sehr große Nähe dem unbewaffneten Auge die Trennung der beiden Sterne nicht gestattet (wie in Castor, a Lyrae, β Orionis, α Centauri); so mußte diese Benennung sehr natürlich 2 Classen von Sternpaaren begreifen: solche, die durch ihre zufällige Stellung in Beziehung auf den Standpunkt des Beobachters einander genähert scheinen, aber ganz verschiedenen Abständen und Sternschichten zugehören; und solche, welche, einander näher gerückt, in gegenseitiger Abhängigkeit oder Attraction und Wechselwirkung zu einander stehen und demnach ein eigenes partielles Sternsystem bilden. Die ersteren nennt man nach nun schon langer Gewohnheit optische, die zweite Classe physische Doppelsterne.“ Kosmos S. 289 und 290.

Diese Stelle so wie das, was sich daran anschließt, bedarf schwerlich einer Erläuterung, wohl aber bietet sie willkommenen Stoff zu mancherlei Betrachtungen.

Die bloße Beschauung des Himmels konnte niemals belehren über irgend eine Entfernung des Gesehenen. Weder wie weit ein Stern von uns, noch wie weit er von irgend einem anderen entfernt ist, kann man ihm ansehen. Die dicht neben einander erscheinenden können um das Vielfache ihres Abstandes von der Erde von einander entfernt sein. — Jede Vermuthung hierüber ist an sich ohne sicheren Grund, so lange nicht Bewegungen irgend einer Art der Schätzung zu Hülfe kommen. Die Bewegung der Erde in ihrer Bahn, die eigene Bewegung der Sterne und die meßbare Schnelligkeit des Lichtstrahles haben nach und nach begründete Ansichten über die Abstände der Himmelskörper geweckt und zum Theil wirkliche Messungen erlaubt.

Es hat sich gezeigt, daß viele von den nahe beisammen stehenden Sternen einander wirklich verhältnißmäßig nahe sind, während andere unermeßlich weit hinter einander liegen mögen. Zu dem Beispiel, welches uns die Gruppirung der Himmelskörper unseres Sonnensystemes darbietet, sind zahlreiche andere einer sehr abweichenden Form der Gruppirung gekommen, in welchen zwei oder mehrere leuchtende Sonnen um ihren gemeinsamen Schwerpunkt kreisen. Aber die früher erkannten Gesetze der Bewegung durch Gravitation sind dadurch unverändert geblieben. Diese Gesetze sind nicht wie die menschlichen nur in beschränkten Räumen gültig, jenseits einer Gebietsgrenze machtlos — es sind Weltgesetze gültig, überall. Sie werden mich nicht fragen, wer sie gegeben hat? — Daß Newton der erste Mensch war, der ihren Zusammenhang erkannte, das wissen Sie.

Die Doppel- und mehrfachen Sterne erscheinen für das unbewaffnete Auge in der Regel als einfach, so dicht stehen sie neben einander. Erst die lichtbrechende Kraft der Teleskope läßt sie als zusammengesetzt erkennen. Der erste Grund, welcher dafür angeführt wurde, daß sie großentheils wirklich zusammen gehören und nicht blos zufällig nahe in derselben Gesichtslinie hinter einander liegen, ist ihre ungemeine Häufigkeit. Man hat nach und nach gegen 6000 erkannt, und schon als die Zahl der gefundenen nur einige Hundert betrug, lehrte die einfachste Wahrscheinlichkeitsrechnung, gegründet auf die mittleren Abstände der Sterne des Himmels von einander, daß es undenkbar sei, ihre Stellung könne in allen Fällen nur zufällig und nur scheinbar eine so nahe sein.

Was aber Anfangs blos als höchst wahrscheinlich betrachtet werden durfte, ist durch weitere Untersuchungen, durch sehr genaue Beobachtungen als gewiß erwiesen worden. Bei Weitem der größere Theil dieser dicht neben einander stehenden Sterne gehört wirklich zusammen, sie bilden Fixsternsysteme mit zwei, drei oder mehr Sonnen, die einander gegenseitig oder vielmehr ihren gemeinsamen Schwerpunkt umkreisen, und diejenigen von ihnen, an denen man eine eigene Fortbewegung im Raum erkannte, zeigen dieselbe ganz gleichmäßig für jeden einzelnen Stern.

Doch lassen Sie uns diese für uns — die Bewohner eines

monarchischen Sonnensystemes — neue und interessante Thatsache ausführlicher besprechen. Es wird gut sein, einige specielle Fälle zu betrachten, wie deren Sir John Herschel in seinen Outlines of astronomy in großer Zahl vorlegt.

Die beiden Sterne α des Centauren, welche zusammen scheinbar nur einen Stern bilden, sind beide ungefähr 2. Größe, und so große Sterne giebt es nur etwa 60 am ganzen Himmel; um so unwahrscheinlicher also ist es, daß sie durch bloßen Zufall uns so nahe und gleich groß erscheinen. An ihnen hat man eine sehr bedeutende eigene Fortbewegung im Raume beobachtet, aber dennoch sind sie vor teleskopischer Untersuchung stets nur für einen Stern gehalten worden und auch nachher immer so dicht beisammen geblieben. Sie gehen also denselben Weg durch die himmlischen Räume und mit derselben scheinbaren Geschwindigkeit, was doch höchst sonderbar wäre, wenn sie weit hinter einander lägen und nicht wirklich zusammen gehörten.

Die genauere Kenntniß der Doppelsterne verdankt man dem Suchen einer Parallaxe für die Firsterne. Wir haben im 38sten Briefe gesehen, daß zu diesem Zwecke mikrometrische Messungen der Winkelentfernung möglichst nahestehender Sterne angewendet wurden, um in der Veränderung ihrer Stellung etwa die durch den Umlauf der Erde um die Sonne bedingte Jahresperiode zu finden. Es war namentlich Sr. W. Herschel, welcher sich dadurch veranlaßt sah, in den Jahren 1779—1784 einen ausführlichen Katalog von Doppelsternen zu entwerfen. Dabei verzeichnete er möglichst genau ihre gegenseitige Stellung. Als er nun aber nach einiger Zeit diese Stellungen auf's Neue verglich, um eben womöglich entweder in der Aenderung des Abstandes oder des Winkels solcher Doppelsterne eine Jahresperiode zu entdecken, da zeigte sich statt dieser in mehreren Fällen eine regelmäßig vorschreitende Veränderung, theils nur im gegenseitigen Abstand, theils auch im Winkel ihrer Stellung.

Das konnte nicht von der jährlichen Bewegung der Erde herrühren, sondern entweder von einer eigenen Bewegung der Sterne, oder von einem Fortrücken des ganzen Sonnensystemes, in welchem letzteren Falle es als eine Parallaxe höherer Ordnung anzusehen sein würde. Die Bewegungslinie ergab sich aber bei vielen dieser Doppelsterne deutlich als eine nicht gerade,

sondern als gekrümmt, und die Concavität der Krümmung war allemal gegen den Begleitstern gekehrt, wie man es bei Umkreisung zu erwarten hat. Die große Langsamkeit der beobachteten Bewegungen machte jedoch viele Jahre der Beobachtung nöthig, um diesen Punkt gehörig festzustellen. Erst im Jahre 1803, also fünfundzwanzig Jahre nach Beginn der Untersuchungen, gelang es Herschel, die umkreisende Bewegung deutlich zu unterscheiden. Damit stellte er zuerst den Unterschied fest, zwischen wahren, physischen und nur optischen Doppelsternen. Als besonders deutliche wahre Doppelsterne stellten sich z. B. heraus: Castor, γ der Jungfrau, ξ des großen Bären, λ und 70 der Schlange, σ und η der Krone, ξ und μ des Bootes, η der Cassiopeja, γ des Löwen, ϱ des Herkules, δ des Schwanes, ε 4 und ε 5 der Lyra, μ des Drachen, ξ des Wassermannes. Für einige derselben ward sogar annäherungsweise schon damals die Umlaufszeit berechnet, so für Castor zu 334 Jahren, für γ der Jungfrau zu 708 Jahren, und für γ des Löwen zu 1200 Jahren. Später haben sich um diesen Zweig der Astronomie besonders verdient gemacht: Mädler, Savary, Villarceaux, Struve, Encke, Hind, Smyth und Sir John Herschel; die Bahnen vieler Doppelsterne wurden genau berechnet und es ergaben sich z. B. in runden Zahlen als Umlaufszeiten für ϱ des Herkules 36 Jahre, für η der Krone 43 Jahre, für ξ des großen Bären 60 Jahre, für ω des Löwen 82 Jahre, für ξ des Bootes 117 Jahre, für δ des Schwanes 138 Jahre für σ der Krone 608 Jahre u. s. w.

Unter allen Doppelsternen ist γ der Jungfrau einer der am sorgfältigsten beobachteten, welcher zugleich ganz besonders interessante Erscheinungen gezeigt hat. Es ist ein Stern dritter Größe, und die ihn bildenden beiden Individuen sind ungefähr gleich groß, aber etwas veränderlich in ihrem Lichtglanze. Struve hat gefunden, daß der eine zuweilen etwas größer, zuweilen etwas kleiner, zuweilen genau so groß erscheint, als der andere. Man erkannte γ der Jungfrau schon zu Anfang des 18. Jahrhunderts als Doppelstern. Der Abstand beider Individuen betrug damals zwischen 6 und 7 Winkelsecunden, was schon durch ein mäßiges Teleskop erkannt werden konnte. Als ihn Sir W. Herschel 1780 beobachtete, war der Abstand

nur noch zwischen 5 und 6 Secunden und nahm regelmäßig ab. 1836 standen beide Sterne so dicht beisammen, daß sie nicht mehr als doppelt unterschieden werden konnten, nur durch den großen Refractor der Sternwarte zu Pulkowa erkannte man bei 1000facher Vergrößerung noch an der Gestalt die Zusammensetzung aus zwei Sternen. Von dieser Zeit an haben sie sich wieder von einander entfernt, 1849 betrug ihr Abstand schon über 2 Secunden. Sie sind offenbar für uns ungefähr in derselben Ebene hinter oder vor einander weg gegangen. Diese merkwürdige Verminderung und Vergrößerung des Abstandes war aber zugleich von einer Winkeländerung begleitet, und in Allem zeigte sich eine genaue Befolgung der Newton'schen Gesetze.

Wenn bei einigen Doppelsternen die Größe der Umlaufsperiode sehr bedeutend ist, so überrascht bei anderen ihre Kleinheit, welche bei den jedenfalls in Wirklichkeit sehr großen Abständen eine ungemein schnelle Bewegung voraussetzen läßt. ϱ des Herkules hat, seitdem er zuerst beobachtet wurde, schon zwei ganze Umläufe vollendet und dabei zweimal das merkwürdige Schauspiel gegenseitiger Bedeckung gezeigt, da die Bahn wie bei γ der Jungfrau ungefähr parallel unserer Gesichtslinie liegt. η der Krone, ϱ des Krebses und ξ des Bären haben jeder mehr als einen Umlauf beobachten lassen, 70 der Schlange und γ der Jungfrau sind beinahe ganz herum. Hätte noch irgend ein Zweifel über die umkreisende Bewegung bleiben können, diese Beispiele müßten ihn vollständig beseitigen. Sie bestätigen die Geltung der Gesetze der Schwere für alle Räume des Himmels.

Sie dürfen dabei nicht vergessen, daß es sich nicht um den Umlauf planetarischer Körper handelt, sondern um den selbstleuchtender Sonnen, ähnlich der unseren, die vielleicht selbst wieder von Planetensystemen umgeben sind. Ist schon die Bewegung zweier Sonnen um einander keine so einfache, als die meisten Umkreisungen unseres Sonnensystemes, um wie viel complicirter müßten die Bahnen solcher Planeten von Doppelsonnen sein! Aber damit ist die Mannichfaltigkeit der Himmelserscheinungen noch nicht erschöpft. Viele dieser zusammengehörigen, ein System bildenden Fixsterne haben sich als drei-, vier- und mehrfach erwiesen. In mehreren Fällen hat sich durch ge-

steigerte Vergrößerung ergeben, daß die einzelnen Individuen eines Doppelsternes selbst wieder Doppelsterne waren, oder daß 3, 4, 5 oder 6 Sterne deutlich zu einem System gehören, deren Einzelsterne nach ihrer Größe theils sehr ähnlich, theils sehr ungleich sind.

Also viele Sonnen bestrahlen jeden Planeten solcher Systeme, wie stiefmütterlich sind wir dagegen bedacht! — Stolzer Mensch! wie lange hast du nicht übermüthig geglaubt, diese einsonnige Erde sei der Mittelpunkt der Welt, und du ihr Zweck.

Eines der interessantesten Beispiele dieser Art liefert Θ des Orion; dieser dem unbewaffneten Auge einfache Stern besteht aus 4 Hauptsternen 4., 6., 7. und 8. Größe, welche jetzt ein Trapez bilden, und aus zwei sehr kleinen, die dicht mit zweien der größeren verbunden erscheinen. Nur durch sehr gute Teleskope sind die letzteren sichtbar.



Die beistehende Figur mag Ihnen die gegenseitige Stellung dieser 6 höchst wahrscheinlich physisch zusammengehörigen Sterne erläutern. Aber die Bahnen dieser Sterne sind noch unbekannt. Man vermuthet etwas Aehnliches für die gesammte Gruppe der Plejaden, welche außer den 6 deutlichen Hauptsternen noch eine große Zahl teleskopischer enthält. Dadurch werden wir aber in ein etwas neues Gebiet hinüber geführt, denn die Sterne der Plejaden sind auch für das unbewaffnete Auge deutlich von einander getrennt. Es schließt sich daran die im 30ten Briefe besprochene Frage über die Gruppirung der Sterne überhaupt.

Aber auch hiermit ist die theilweise erkannte Mannichfaltigkeit der Sterngruppirung noch nicht erschöpft.

Die fernen Lichtnebel, wie die bereits teleskopisch aufgelösten Sternhaufen, die kreisförmigen, die elliptischen, wie die unregelmäßig gestalteten müssen wir aller Wahrscheinlichkeit nach als zusammengehörige Sterngruppen betrachten. Es ist auch bei den teleskopisch aufgelösten Sternhaufen nicht gelungen, die

einzelnen sichtbaren Individuen zu zählen, aber aus ihren Abständen von einander hat man geschätzt, daß Haufen, die nicht mehr Raum am Himmel einnehmen, als der zehnte Theil der Mondscheibe, über 5000 Sterne enthalten. Welchen Raum muß so ein Häuschen umschließen, wenn die Zwischenräume der einzelnen Sonnen auch nur ähnliche sind, als bei den uns zunächst umgebenden Firsternen? — Unter den Sternhaufen oder Nebelballen sind nun aber wieder doppelte, mit allen den Varietäten des Abstandes, der Stellung und des relativen Lichtglanzes, wie wir sie bei den Doppelsternen kennen gelernt haben. Bewegungen sind an denselben freilich noch nicht beobachtet worden, aber das Argument der Wahrscheinlichkeit spricht wegen ihrer verhältnißmäßigen Zahl eben so schlagend dafür, daß es physisch zusammengehörige Nebel oder Haufen sind, als bei den Doppelsternen, da es durchaus unwahrscheinlich ist, daß unter der verhältnißmäßig kleinen Zahl von sichtbaren Lichtnebeln oder Sternhaufen so viele für uns fast gerade hinter einander liegen sollten. Andere zeigen sich in eigenthümlichen Verbindungen zu einzelnen oder zu Doppelsternen, sie umgeben dieselben mit einer matten Lichtglorie, oder sie sind gleichsam einseitig an sie angeheftet. (Vergl. Taf. III.)

Die meisten dieser Nebel sind dem unbewaffneten Auge unsichtbar, aber es findet sich gleichsam eine abnehmende Scala derselben, von der Milchstraße und den beiden Magelhan'schen Wolken des südlichen Himmels abwärts, bis zu den nur in den besten Teleskopen erkennbaren Lichtflecken. Wie ihre Form ungleich ist, so ist es auch ihre Helligkeit und Färbung. In manchen ist die Helligkeit gleichmäßig vertheilt, in anderen nimmt sie gegen die Mitte hin zu, oder es zeigt sich ein Ring größerer Helligkeit. Ganz unregelmäßig in Gestalt und Lichtvertheilung sind die höchst matten wolkenartigen Nebel im Orion und im Schiff.

Zu den sonderbarsten Erscheinungen dieser Art gehören die sogenannten planetarischen Nebel. Ihre Erscheinung gleicht in mancher Beziehung der der Planeten. Sie zeigen runde oder etwas ovale Scheiben mit scharfen, nicht verschwimmenden Grenzen. Ihr Licht ist gleichmäßig oder gefleckt. Sie gehören zu den verhältnißmäßig selteneren Erscheinungen des Himmels,

man kennt bis jetzt nur etwa 25 und von diesen befinden sich drei Viertheile am südlichen Himmel. Einer der schönsten steht am südlichen Kreuz; sein Licht entspricht ungefähr dem eines Sternes zwischen sechster und siebenter Größe. Der Durchmesser seiner nur wenig elliptischen Lichtfläche beträgt 12 Winkelsecunden. Die scharfe Umgrenzung läßt ihn einem Planeten sehr ähnlich erscheinen, aber außer dem Mangel planetarischer Bewegung unterscheidet ihn auch seine besondere Farbe von den Planeten. Diese ist schön blaugrün. Auffallen muß es, daß diese unter den Sternen verhältnißmäßig seltene Farbe sich an drei ähnlichen Nebeln wieder findet.

Einmal auf die Farbe der Sterne gebracht, kann ich auch hier einige Bemerkungen über diesen interessanten Gegenstand nicht ganz unterdrücken, obwohl schon der 24ste Brief darüber handelte, und auch die beiden folgenden noch denselben besprechen. Außer dem so eben erwähnten blaugrünen, planetarischen Nebel befindet sich in dem schönen südlichen Kreuz noch ein anderer Sternhaufe, der aus etwas mehr als 100 Sternen siebenter und unter siebenter Größe besteht und der etwa den hundertsten Theil der Mondfläche einnimmt. Zwischen den sehr kleinen Sternen erkennt man darin 11 größere von besonders bunter Färbung, roth, grün und blau in den verschiedensten Nüancen, so daß der ganze Haufe nach Herschel's Ausdruck einem reichen Juwelenschmuck gleicht.

Daß die Doppel- und mehrfachen Sterne häufiger gefärbt erscheinen als die einfachen, ist theilweise, aber nur theilweise erklärbar, durch complementäre Färbung, über welche ich im nächsten Briefe mehr zu schreiben gedenke.

Anhang über Nebel.

Nach Beendigung dieses Briefes erhielt ich durch die Güte des Earl of Rosse einige so interessante Mittheilungen über Untersuchung und theilweise Auflösung von Nebeln durch das Riesenteleskop mit 6 Fuß Oeffnung, welches dieser hochgestellte Astronom zum Besten der Wissenschaft hat erbauen lassen, daß ich nicht umhin kann, Ihnen anhangsweise noch Einiges davon

mitzutheilen, und zwar größtentheils mit den eigenen Worten des Lord Rosse, sowie unter Beifügung seiner Zeichnungen, bei deren Betrachtung Sie nie vergessen dürfen, daß alles Leuchtende dunkel dargestellt ist, der dunkle Himmelsgrund dagegen hell, während die schönen Originalzeichnungen allerdings die hellen Erscheinungen auf schwarzem Grunde zeigen.

„Die Zeichnungen, sagt Lord Rosse, sind in sehr kleinem Maßstabe gehalten, aber sie genügen, um eine ziemlich genaue Idee von den uns allmälig bekannt gewordenen Eigenthümlichkeiten, der Structur der Nebel, zu geben, bei manchen derselben ist diese so auffallend, daß sie offenbar die Thätigkeit uns vielleicht künftig noch deutlich werdender dynamischer Gesetze andeuten.

Copien der Originalzeichnungen in voller Größe wären unnütz gewesen, da es noch an manchen mikrometrischen Messungen fehlt, und da viele Details, auf die man sich, bei später möglicher Weise eintretenden Zweifeln, als auf Beweise der Veränderlichkeit stützen könnte, erst gehörig durchgearbeitet werden müssen, ehe man sie zu den astronomischen Berichten rechnen darf.

So sehr auch diese sonderbaren Nebelgestaltungen unsere Neugierde und den lebendigen Wunsch erregen, etwas über die Gesetze zu erfahren, nach welchen diese wundervollen Systeme angeordnet sind, so können wir doch bis jetzt kaum Vermuthungen darüber aufstellen; und die immer zahlreicher werdenden Beobachtungen haben den Gegenstand wenigstens für mich nur immer geheimnißvoller und unzugänglicher gemacht. Man fühlt sich deshalb wenig versucht, sich in Speculationen zu ergehen, und folglich auch weniger in Gefahr, eine falsche Richtung beim Aufsuchen der Thatsachen einzuschlagen.

Wenn gewisse Phänomene der Sehkraft schwer zugänglich sind, so läßt sich dieselbe nur zu leicht unmerklich vom Geiste leiten; eine vorher gefaßte Theorie kann deshalb zu irrigen Ansichten führen, und Speculationen sind keineswegs gefahrlos. Andererseits können Speculationen allerdings großen Nutzen bringen, indem sie die Aufmerksamkeit auf Erscheinungen richten, die außerdem der Beachtung entgehen würden; so wie es uns oft gelingt, einen undeutlichen Gegenstand besser zu erken-

nen, wenn wir vorher durch ein stärker wirkendes Instrument darauf aufmerksam gemacht sind. Die von Männern der Wissenschaft aufgestellten Hypothesen sind deshalb immer dem forschenden Beobachter eine willkommene Hülfe.

Man wird sogleich bemerken, daß die auf Tafel III. Fig. I. so stark hervortretende Spiralform des 51sten Messier'schen Nebels (Nr. 1622 in Herschel's Verzeichniß) mehr oder weniger deutlich auch in einigen anderen Zeichnungen sich wiederfindet. Die Vertheilung des Leuchtstoffes nähert sich allerdings häufiger der Form eines unregelmäßigen unterbrochenen Ringes, als jener in 51 Messier so auffallenden Regelmäßigkeit; aber man kann kaum daran zweifeln, daß diese Nebelflecke einander sehr ähnliche Systeme bilden, die mehr oder weniger deutlich gesehen werden, und die eine verschiedene Stellung zu unserer Sehlinie einnehmen. Die Einzelnheiten, welche die dieser Klasse angehörenden Gegenstände charakterisiren, sind gewöhnlich außerordentlich undeutlich und in einer mäßig hellen Nacht kaum anders mit Sicherheit zu erkennen, als mit der vollen, 6 Fuß großen Oeffnung des Teleskopes; in 51 Messier und in wenigen anderen ist dies indessen nicht der Fall. Eine 6 Fuß große Oeffnung hebt das charakteristische des 51 Messier so deutlich hervor, daß bei einer schönen Nacht gewiß auch eine bedeutend geringere Stärke hinreichen würde, um die Hauptwindungen erkennen zu lassen. Dieser Nebel ist von Vielen, die mein Teleskop besuchten, erkannt und seine Aehnlichkeit mit der Zeichnung selbst von ungeübten Augen gefunden worden.

Messier beschreibt diesen Gegenstand als einen doppelten Nebel ohne Sterne. Sir William Herschel als einen stark leuchtenden runden Nebel, welcher in einiger Entfernung von einem Hof oder einer Glorie umgeben und von einem kleineren Nebel begleitet ist, und Sir John Herschel bemerkte eine theilweise Trennung des Ringes in 2 Zweige. Wenn wir Sir John Herschel's Figur so stellen, wie sie durch ein Newton'sches Teleskop erscheinen würde, so werden wir sogleich die glänzenden Windungen der Spirale erkennen, welche von ihm als ein getrennter Ring gesehen wurden. Es ergiebt sich also, daß durch jede Verstärkung der Sehkraft die Structur solcher Nebel immer complicirter wird und immer abweichender von

dem, was wir uns als das Resultat eines dynamischen Gesetzes denken können, wenigstens eines solchen, wovon unser System irgend eine Analogie aufzuweisen hat. Die nicht mehr zu bezweifelnde und in der Zeichnung auch so dargestellte Verbindung des Begleitnebels mit dem Hauptnebel scheint mir die Schwierigkeiten für Aufstellung einer Hypothese noch zu vermehren. Daß solch' ein System ohne innere Bewegung bestehen sollte, ist höchst unwahrscheinlich; wir können uns damit zu Hülfe kommen, daß wir die Idee der Bewegung mit der Annahme eines widerstehenden Mediums verknüpfen; aber wir können ein solches System keineswegs als ein allein durch die Statik zu erklärendes Problem ansehen. Genaue Messungen sind deshalb vom höchsten Interesse, leider aber außerordentlich schwierig. Die Messungen des Maximums der Lichtstärke in der Punktirung der verschiedenen Windungen müssen natürlich sehr schwankend sein; denn obwohl die lichtstärksten Theile bei hellen Nächten sich in wirkliche Sterne auflösen, so sind diese sehr kleinen Sterne doch nie dauernd und sicher erkennbar, und mit unseren jetzigen Mitteln würde es unmöglich sein, irgend einen derselben als Individuum festzustellen. Der Nebel selbst ist stark mit deutlichen Sternen besetzt, deren verschiedene Größe man erkennen kann, und von denen einige durch meinen Gehülfen Mr. Johnstone Stoney im Frühjahr 1849 während meiner Reise nach London rücksichtlich ihres Abstandes vom Hauptkern gemessen wurden; einige Zeit vorher war die Atmosphäre anhaltend dunstig gewesen. Diese Messungen sind von ihm im Jahr 1850 während der Monate April und Mai wiederholt worden. Gerade wie im vergangenen Jahr war auch in diesem der Himmel während Februar und März fast beständig umwölkt. Er hat, von einem Centrum des eigentlichen Hauptkerns ausgehend, bis an die anscheinende Grenze der Windungen in verschiedenen Richtungen Messungen angestellt. Mehrere dieser Sterne sind unzweifelhaft für die großen Instrumente von Pulkowa, Cambridge u. s. w. erreichbar, und ich hoffe, die ausgezeichneten Astronomen, welchen dieselben anvertraut sind, werden ihre Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand richten. Ihr besseres Klima verschafft ihnen viele Vortheile, und kein geringer ist der, daß sie so gestellt sind, ihre Zeit diesen Mes-

sungen, ohne von anderen Arbeiten unterbrochen zu werden, ganz widmen zu können. Ich brauche wohl kaum hinzuzufügen, daß die Messungen des angenommenen Kernmittelpunktes und noch mehr die der angenommenen Grenze der Nebelsphäre kaum annähernd richtig sein können. Sie sind aber bis jetzt die einzig möglichen, und in hinreichender Zahl angestellt, können sie doch dazu dienen, irgend vorgehende Orts- und Gestaltänderungen künftig zu unserer Kenntniß zu bringen.

Die Spiralbildung des 51ten Nebels Messier's wurde im Frühjahr 1845 entdeckt. Im nächsten Frühjahr wurde eine andere auch spiralförmige, aber übrigens ganz verschiedene Bildung im 99ten Messier's (T. III. Fig. 2.) gefunden. Auch diese Erscheinung ist leicht erkennbar, und alles auf der Zeichnung Wiedergegebene wird sich unter günstigen Umständen wahrscheinlich auch mit schwächeren Instrumenten wiederfinden lassen. Die übrigen bis jetzt entdeckten spiralen Nebel sind verhältnißmäßig schwer sichtbar und erfordern wenigstens in unserem Klima die volle Stärke der Instrumente, um die Einzelnheiten erkennbar zu machen. Ich muß hierbei bemerken, daß wir gewohnt sind, alle die Erscheinungen spiralförmig zu nennen, bei denen wir eine krummlinige, nicht aus regelmäßig in sich zurückkehrenden Curven bestehende Anordnung bemerkt haben; es ist bequem, sie unter einem gemeinsamen Namen zu begreifen, obgleich wir nicht beweisen können, daß sie wirklich alle unter sich ähnliche Systeme bilden. Man zählt jetzt deren 14, wovon 4 in vorigem Frühjahr entdeckt wurden; es giebt außerdem andere Nebelflecke, in welchen man Anzeichen einer ähnlichen Bildung bemerkt hat, aber sie sind noch, da sie bei nicht sehr klarer Luft sichtbar geworden, in unserer Arbeitsliste als zweifelhaft bezeichnet; 51 Messier's T. III. Fig. 1. ist die deutlichste Erscheinung dieser Klasse.

Man wird vielleicht die Frage aufwerfen, ob nicht etwas in der Erscheinung eines Spiralnebels uns die Ueberzeugung aufdringt, daß wir ein in der Organisation von allen bekannten Sternhaufen (aufgelösten Nebeln) ganz abweichendes System erblicken. Ich kann darauf nur erwiedern, daß die äußeren Sterne einiger Haufen sich einer Anordnung in krummlinige Zweige zuzuneigen scheinen, eine Erscheinung, welche schwerlich auf Fiction oder bloßem Zufall beruht.

Wir haben bei 4 Sternhaufen etwas Aehnliches beobachtet. Auch erwähnt Sir John Herschel an dem Sternhaufen Nr. 1968 seines Katalogs, daß er haarig aussehende krummlinige Zweige besitze. Hieran knüpft sich auch noch eine andere interessante Frage, welche nur durch sorgfältige Beobachtungen der Zukunft entschieden werden kann, nämlich die, ob die Vertheilung der Sterne in diesen Erscheinungen sich mit der Hypothese der gleichen Vertheilung der Sterne eines Systems vereinen läßt? — Indem wir von den spiralförmigen zu den regelmäßig ringförmigen Nebelflecken übergehen, sehen wir sogleich, daß wir es mit von den vorhergehenden ganz verschiedenen Gegenständen zu thun haben; doch selbst hier finden wir etwas, was einem verbindenden Gliede ähnelt: der große runde planetarische Nebel Taf. III. Fig. 3. (Nr. 883 bei Herschel) mit einer doppelten Oeffnung scheint die Structur der spiralen und ringförmigen Nebel in sich zu vereinen. Als Sir John Herschel's Katalog veröffentlicht wurde, kannte man nur 2 ringförmige Nebel in der nördlichen Hemisphäre, jetzt kennt man deren 7, da man seitdem fünf der planetarischen Nebel als wirklich ringförmig erkannt hat. Unter allen diesen ist der ringförmige Nebel in der Lyra derjenige, an welchem die Form bei Weitem am leichtesten erkennbar ist. Ich habe ihn noch nicht durch das 6füßige Instrument gezeichnet, weil ich ihn durch dasselbe noch nie unter günstigen Verhältnissen erblickte; die Gelegenheiten, wo er sich gut auf dem Meridian beobachten läßt, sind wegen des Zwielichts verhältnißmäßig selten. Man hat ihn indessen 1848 sieben Mal und 1849 ein Mal beobachtet. Die einzigen neugewonnenen Resultate dieser Beobachtungen waren die, daß die mittlere Oeffnung bedeutend nebliger erschien, als durch das 3füßige Instrument, und daß ein ziemlich heller und einige kleinere Sterne darin stehen. Auch um den Nebel herum, und ihm ganz nahe, befinden sich am Himmel mehrere sehr kleine, früher nicht bemerkte Sterne, so daß das Vorkommen der Sterne in der Oeffnung möglicher Weise ein ganz zufälliges sein kann. Undeutliche Sterne bemerkt man auch im Ring.

Der andere ringförmige Nebel aus Herschel's nördlichem Katalog erscheint weit schwächer. Er ist nur einmal am ersten August 1848 mit einem sehr großen Instrument beobachtet wor-

Taf. III.

Fig. 1.



Fig. 5.

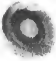


Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 10.





den, aber die Evidenz seiner Auflösbarkeit scheint viel vollständiger gewesen zu sein; viele Sterne wurden im Ringe erkannt; einer derselben war sehr deutlich sichtbar. Daß ein matter Lichtnebel sich leichter auflösen läßt, als ein stark leuchtender, ist nicht ungewöhnlich und auch leicht begreiflich, die Schwäche des Lichtes mag eine Folge sein, entweder der größeren Entfernung vom Beobachter, oder des größeren Abstandes der einzelnen Sterne von einander; in letzterem Falle ist es leicht möglich, daß man einen solchen matten Nebel durch ein Instrument mit großer Oeffnung aufgelöst sieht, während ein leuchtenderer oder dichterer Nebel unaufgelöst bleibt.

Ich muß hier noch der Thatsache gedenken, daß, während starke Vergrößerungskraft kleine Sterne hervortreten läßt, matte Nebel zuweilen ganz dadurch verwischt und noch undeutlicher werden. Auch hiervon ist der optische Grund leicht einzusehen. Doch kehren wir zu den ringförmigen Nebeln zurück. Die fünf mit Sicherheit als ringförmig erkannten planetarischen Nebel sind folgende: Nr. 464 bei Herschel, Tafel III. Fig. 4, er enthält 2 deutliche Sterne; Nr. 2075 mit einem Stern dicht neben dem Centrum; Nr. 2441, Taf. III. Fig. 5, hat keinen Stern, ist aber mit einem schwachen äußeren Ring umgeben; Nr. 2050 hat eine weder runde, noch mit dem Stern ganz symmetrische Oeffnung; Nr. 838, Taf. III. Fig. 3, hat 2 Sterne und 2 Oeffnungen. Bei keinem dieser Nebel ist die Oeffnung ganz dunkel. In Nr. 2098, Taf. III. Fig. 6., haben wir keine Oeffnung entdeckt, aber er hat zwei seitliche Ausbreitungen, welche vermuthlich einem umgebenden, von der Kante gesehenen Nebelring entsprechen, etwas analog dem Ring des Saturn, gerade wie Nr. 450, Taf. III. Fig. 7., einen solchen Ring besitzt, den wir aber rechtwinklig auf seiner Fläche sehen.

Wenn wir von den Nebelringen zu den Nebelsternen übergehen, so treffen wir hier auf zwei unsere besondere Aufmerksamkeit verdienende Gegenstände.

Sir John Herschel beschreibt einen Nebelstern mit folgenden Worten: „Ein deutlich glänzender Stern, welcher von einer vollkommen runden Scheibe oder von einer matten Lichtatmosphäre concentrisch umgeben ist, die zuweilen gegen den Rand hin sich allmälig verliert, zuweilen aber sich plötzlich und

scharf abgrenzt." Nr. 450 in S. John Herschel's Katalog ist einer dieser Nebelsterne, den er folgendermaßen schildert: „Ein Stern achter Größe, genau im Centrum einer ganz runden und leuchtenden Atmosphäre von 25 Secunden Durchmesser. Der Stern ist ganz sternartig, kein bloßer Kern."

Taf. III. Fig. 7. stellt diese wunderbare Erscheinung durch das 6füßige Teleskop gesehen dar. Sie ist verschiedene Male untersucht worden, bis jetzt aber uns eine Auflösung derselben nicht im Entferntesten gelungen. Den äußeren Ring sieht man bei einigermaßen klarer Nacht vollkommen vom Kern getrennt, und den glänzenden Punkt oder Stern umgebend. Das Licht war sehr glänzend und schien, wahrscheinlich in Folge der unruhigen Atmosphäre, beständig zu flackern. Zur Rechten des Sternes befindet sich ein kleiner dunkler Raum, welcher vielleicht eine Oeffnung andeutet, wie sie mehrfach bei diesen Nebeln beobachtet worden ist. Die ringförmige Gestalt dieser Erscheinung wurde von meinem Gehülfen Mr. Johnstone Stoney, während er allein beobachtete, entdeckt, und die Zeichnung gehört ihm an. Ich habe indeß seitdem hinlänglich Gelegenheit gehabt, mich von der Richtigkeit derselben zu überzeugen.

Die langen elliptischen oder linsenförmigen Nebel sind sehr zahlreich; ich habe Abbildungen merkwürdiger Erscheinungen aus dieser Klasse beigegeben: Taf. III. Fig. 8. giebt uns die Idee eines sehr schräg gesehenen elliptisch ringförmigen Systemes. Eine Reihe sehr elliptischer, den Kern umgebender, etwas schräg gesehener Schalen würde vielleicht einen solchen Anblick gewähren. Die dunkle Spalte in Fig. 9. Taf. III. zeigt entweder eine wirkliche Oeffnung an, in welchem Falle dann das System aus einem elliptischen Ringe besteht, oder nur eine verhältnißmäßig dunkle Linie, den Querschnitt durch die Axe einer sehr langen, engen, elliptischen Schale.

Man darf hoffen, daß bei vermehrten Beobachtungen diese merkwürdigen Erscheinungen, welche in verschiedenen Richtungen in großer Menge am Himmel sichtbar sind, uns allmälig in ihrer wahren Gestalt bekannt werden. Für jetzt würden weitere Vermuthungen zu nichts führen. Noch stellt Fig. 10. Taf. III. einen sehr sonderbaren, vielleicht von einem Doppelring umgebenen Doppelnebel dar, in welchem einige Sterne sichtbar sind,

und welcher nur einmal im December 1848 durch das große Teleskop beobachtet wurde. Es ist 444 in Herschel's Katalog."

Ich wollte nicht unterlassen, Ihnen diese ganz neuen und höchst interessanten Beobachtungen am gestirnten Himmel ziemlich ausführlich mitzutheilen, obwohl die Theorie dafür noch weit hinter der Beobachtung zurück ist. Da ich die Originalmittheilungen nicht früher erhielt, so ist dieser Anhang zu dem Briefe über Doppelsterne gekommen, obwohl sein Inhalt eigentlich mehr in den Brief über die Gruppirung oder über die Vertheilung der Sterne am Himmel gepaßt hätte.

Dreiundvierzigster Brief.

Subjective Farbenerscheinungen.

„Arago hat zuerst (1825) darauf aufmerksam gemacht, daß die Verschiedenartigkeit der Farbe in dem binären Systeme hauptsächlich oder wenigstens in sehr vielen Fällen sich auf Complementarfarben (auf die sich zu Weiß ergänzenden sogenannten subjectiven) bezieht. Es ist eine bekannte optische Erscheinung, daß ein schwaches weißes Licht grün erscheint, wenn ein starkes (intensives) rothes Licht genähert wird; das weiße Licht wird blau, wenn das stärkere umgebende Licht gelblich ist."

Kosmos S. 299.

Da Sie mich gebeten haben, auch solche physikalische Erscheinungen, deren allgemeine Kenntniß ich bei Ihnen voraussetzen darf — wenn sie im Kosmos erwähnt sind — dennoch hier weiter und namentlich in Rücksicht auf die besondere Anwendung zu besprechen, so ergreife ich die Gelegenheit, um an diese Stelle einige wenige Bemerkungen über subjective und besonders complementäre Farbenerscheinungen anzuknüpfen, wobei ich nicht unerwähnt lassen will, daß ich wegen der Sicherheit der Darstellung in solchen Fällen zuweilen Pouillet's auch Ihnen sehr zu empfehlende Physik zu Hülfe nehme. Zunächst muß ich Sie daran erinnern, daß man Complementärfarben solche nennt, welche sich zu Weiß ergänzen, wie

z. B. Roth und Grün. Wir haben im 16. Briefe gesehen, daß das weiße Licht aus allen Farben unter bestimmten Verhältnissen zusammengesetzt ist. Nun vertreten aber Roth und Grün gleichsam zwei Extreme, oder, wenn Sie wollen, zwei Hälften der ganzen Farbenscala, jede dieser Farben enthält, was der anderen zu Weiß fehlt, und man kann deshalb aus Roth und Grün unter bestimmten Verhältnissen Weiß bilden. Nicht etwa, daß man grüne und rothe Oel- oder Wasserfarbe zu Weiß mischen könnte, das geht schon deshalb nicht, weil alle Farbenpigmente unrein sind, sondern nur rothe und grüne Lichtstrahlen geben unter gewissen Verhältnissen weißes Licht. — Ich sagte eben, Roth und Grün sind einander complementär, um mich bestimmter auszudrücken, hätte ich sagen müssen: ein bestimmtes Roth ist einem bestimmten Grün complementär. Je mehr das Roth in's Gelb übergeht, um so mehr geht sein complementäres Grün in's Blaue über. Für Gelb ist Blau complementär, je mehr aber das Gelb in's Grünliche übergeht, desto mehr nähert sich sein complementäres Blau dem Violett u. s. w.

Unser Gesichtsorgan empfindet oft Farbeneindrücke, die nicht unmittelbar durch äußere Objecte hervorgebracht sind, sondern in einem eigenthümlich gereizten Zustande der Netzhaut ihren Grund haben. Man nennt solche Farben *subjective* oder auch *physiologische*. Die farbigen Nachbilder sowohl, als auch die Farben, welche durch Contraste hervorgebracht werden, gehören hierher.

Die sogenannten Nachbilder sind immer etwas gefärbt, und zwar ist diese Färbung um so entschiedener, je intensiver der primitive Lichteindruck war, welcher die Nachbilder veranlaßte. Fixiren Sie z. B. einige Zeit lang ein Kerzenlicht recht scharf, schließen Sie dann die Augen und wenden Sie dieselben nach einer dunklen Stelle des Zimmers, so wird es Ihnen so vorkommen, als sähen Sie die Flamme noch vor den Augen, aber sie verändert nach und nach ihre Farbe; sie wird bald ganz gelb, geht dann durch Orange in Roth, von Roth durch Violet in grünliches Blau über, welches immer dunkler wird, bis das Nachbild endlich ganz verschwindet. Wendet man hingegen das durch das Kerzenlicht geblendete Auge auf eine weiße Wand, so folgen sich die Farben des Nachbildes in fast entge-

gengesetzter Ordnung, d. h. man sieht Anfangs ein ganz dunkles Nachbild auf dem hellen Grunde, welches bald blau, grün, gelb wird, und endlich, wenn die Netzhaut sich ganz wieder erholt hat, nicht mehr vom weißen Grunde zu unterscheiden ist. Der Uebergang von einer Farbe zur anderen beginnt dabei am Rande und verbreitet sich von da aus nach der Mitte.

Der Grund dieser Erscheinungen ist wahrscheinlich darin zu suchen, daß die Nachwirkung auf der Netzhaut nicht für alle Farben des Spectrums gleich lange dauert, und daß die Abnahme der Intensität der Nachwirkung nicht für alle Farben dasselbe Gesetz befolgt. Um das Abklingen der Farben im Nachbild eines weißen Gegenstandes zu erklären, müßte man annehmen, daß der Eindruck von Gelb am ersten verlischt, dann Roth und endlich Blau; daß aber das Gelb Anfangs langsam, dann rascher, das Blau aber umgekehrt Anfangs rasch und später langsam an Intensität abnimmt.

Wendet man das geblendete Auge auf eine weiße Fläche, so erscheint das Nachbild dunkel, weil die geblendeten Stellen der Netzhaut für das weiße Licht der Fläche unempfindlicher sind; nun aber bleibt Anfangs die Nachwirkung der rothen und gelben Strahlen noch vorherrschend, während die der blauen rasch abnimmt, das Auge wird also für blaues Licht eher wieder etwas empfindlich, das auf dem hellen Grund zuerst ganz dunkel erscheinende Nachbild wird deshalb zunächst eine blaue Färbung annehmen. Die Nachwirkung des Gelb erlischt auf der Netzhaut zuerst, in dieser Periode also wird das geblendete Auge auf eine weiße Fläche sehend ein gelbes Nachbild wahrnehmen, nachdem dasselbe mehrere Nüancen durchlaufen hat, welche immer denen complementär sind, welche man in denselben Momenten bei geschlossenem Auge würde wahrgenommen haben. In der That braucht man nur das bis dahin geschlossene Auge zu öffnen, wenn das Nachbild auf dunklem Grunde eine bestimmte Farbe erlangt hat, und es auf eine weiße Fläche zu richten, um sogleich das complementäre Nachbild auf weißem Grunde zu sehen. Nachdem das Auge seine volle Empfindlichkeit für Gelb wieder erlangt hat, empfängt es sogleich auch die für die anderen Farben nach ihrer Reihe, und somit geht das gelbe Nachbild auf dem hellen Grunde in ein weißes über, d. h. man

kann es endlich nicht mehr von dem hellen Grunde unterscheiden.

Wenn man längere Zeit einen farbigen Fleck auf weißem Grunde scharf fixirt und dann das Auge seitwärts auf die weiße Fläche richtet, so sieht man ein complementär gefärbtes Nachbild; war der Fleck blau, so ist das Nachbild gelb, war er roth, so ist es grün u. s. w. Diese Erscheinung erklärt sich dadurch, daß die Netzhaut für die Farbe des Objectes abgestumpft und also für diejenigen im weißen Licht enthaltenen Farben empfindlicher wird, die nicht in der Nüance des Objectes enthalten sind, welches die Blendung veranlaßte.

Daß die Retina durch das längere Betrachten eines stark erleuchteten farbigen Gegenstandes allmälig gegen diese Farbe abgestumpft wird, geht auch daraus hervor, daß eine solche Farbe dem Auge nach und nach immer matter und unscheinbarer vorkommt.

Sehr auffallend ist das Unscheinbarwerden der Farben bei einem von Brewster angegebenen Versuch. Betrachten Sie das Farbenspectrum einer Kerzenflamme anhaltend durch ein Prisma, so werden nach und nach die Farben immer unscheinbarer; zuerst verschwindet Roth und Grün, dann Blau, endlich auch das Gelb, und man sieht statt des farbigen Spectrums nur noch einen langen weißlichen Streif; am sichersten gelingt der Versuch, wenn man das obere Augenlied mit der Hand festhält, um es am Herunterfallen zu verhindern. Sollten Sie es bei einer Kerzenflamme nicht bis zum Verschwinden der Farben bringen können, — denn diese, wie alle subjectiven Gesichtserscheinungen, entwickeln sich nicht bei allen Individuen mit gleicher Intensität — so nehmen Sie eine intensivere weiße Flamme zum Object. Auf jeden Fall gelingt der Versuch, wenn Sie durch das Prisma direct das Sonnenbild betrachten; sein Licht ist so intensiv, daß Sie sogleich nur einen weißen Streifen ohne alle Färbung sehen.

Man hat gegen die oben gegebene Erklärung der complementären Nachbilder eingewendet, daß man das complementäre Nachbild selbst dann wahrnimmt, wenn man das Auge nicht auf eine weiße, sondern auf eine schwarze Fläche richtet, daß also das weiße Licht hier gar nicht in Betracht zu ziehen sei.

Wenn man aber auch auf einer dunklen Fläche das complementäre Nachbild sieht, so ist es doch sehr dunkel und ungleich weniger intensiv, als wenn man das Auge auf eine helle Fläche richtet; schon dieser Umstand beweist, welch' wichtigen Antheil das objective Weiß an der Erscheinung hat. Daß man auf der dunklen Fläche überhaupt noch ein complementäres Nachbild unterscheiden kann, rührt wohl größtentheils daher, daß eine solche Fläche doch nie absolut dunkel ist und immer noch etwas weißes Licht in's Auge sendet. Da man jedoch in der That auch unter solchen Umständen complementäre Nachbilder beobachtet hat, bei welchen jedenfalls gar kein weißes Licht in's Auge fiel, so suchen Andere die Ursache der complementären Nachbilder lediglich in der Thätigkeit der Netzhaut, und man muß zugeben, daß die Netzhaut selbst, durch einen primitiven Farbenreiz afficirt, in einen solchen Zustand übergehen kann, als ob sie durch das complementäre Licht getroffen würde. Für sich allein reicht keine der beiden Ansichten aus, um alle hierher gehörigen Erscheinungen zu erklären, eine genügende Theorie wird wohl beide Ursachen zugleich berücksichtigen müssen. Möge aber die endliche Erklärung ausfallen, wie sie wolle, die Erscheinung selbst bleibt jedenfalls eine Thatsache.

Aehnliche subjective Farbenerscheinungen zeigen sich nun auch bei Beobachtung von Sternen, namentlich von Doppelsternen, die sehr nahe bei einander stehen. Wenigstens vermuthet man, daß in dem Falle, wenn zwei Doppelsterne mit complementären Farben leuchten, der eine wahrscheinlich nur deshalb z. B. grün erscheint, weil der andere sehr intensiv roth ist, und ebenso bei anderen Complementärfarben. Entscheiden läßt sich das freilich noch nicht, aber es ist sehr wahrscheinlich. Hat doch Schiller in seinem schönen Lied vom Taucher, wie er in den Briefen an Körner selbst erläutert, sich zu einer weit kühneren Hypothese verleiten lassen, indem er voraussetzt, die Tiefe des Meeres müsse dem Taucher purpurn erschienen sein, weil sein Auge durch das Grün des Wassers gegen dieses abgestumpft war.

„Denn unter mir lag's noch bergetief
In purpurner Finsterniß da."

Beinah noch kühner ist allerdings die Voraussetzung, daß

da unten Salamander, Molche und Drachen sich herumgetummelt haben.

Doch kehren wir von dieser kleinen Schwäche unseres großen Dichters aus dem furchtbaren Höllenrachen in den Himmel zurück.

Auch das Ueberglänzen der Sterne, von dem im Kosmos oft die Rede ist, verdient hier wohl eine kleine Erwähnung. Es ist dasselbe bedingt durch die Wirkung des Contrastes, welche so weit geht, daß ein wenig heller Punkt neben einem sehr glänzenden gar nicht mehr sichtbar ist.

Ein grauer Fleck erscheint auf einer weißen Fläche dunkler, auf einer schwarzen heller, als wenn die ganze Fläche mit demselben grauen Tone überzogen wäre. Ein Versuch, welcher dies recht deutlich zeigt, ist folgender: man bringe einen schmalen undurchsichtigen Körper, etwa einen Bleistift, zwischen eine Lichtflamme und eine weiße Fläche, so wird man einen dunkeln Schatten auf hellem Grunde sehen; bringt man nun eine zweite Lichtflamme neben die erstere, so sieht man zwei dunkle Schatten auf dem hellen Grunde; jeder dieser Schatten ist aber jetzt durch eine Kerze, also eben so stark erleuchtet, als vorher die ganze Fläche war, und doch hielt man vorher die Fläche für hell, und hält jetzt den Schatten für dunkel; dieser Versuch beweist den bedeutenden Einfluß des Contrastes. Noch auffallender sind die Contrasterscheinungen bei Betrachtungen farbiger Gegenstände, wobei man oft complementäre Farben sieht, welche objectiv gar nicht vorhanden sind.

Legt man einen grauen schmalen Papierstreif auf ein lichtgrünes Papier, so erscheint der Streifen röthlich, legt man ihn auf ein blaues Papier, so erscheint er gelb, kurz, er erscheint immer complementär zur Farbe des Grundes. Recht deutlich nimmt man die Erscheinung wahr, wenn man einen sehr schmalen Streifen weißes Papier auf eine Tafel von farbigem Glase klebt und dann durch dasselbe nach einer weißen Fläche, etwa nach einem Blatt weißen Papieres, sieht; oder auch, indem man die eine Seite des Glases ganz mit einem dünnen Papier bedeckt, auf die andere den schmalen Streifen befestigt und das Glas vor eine Kerzenflamme hält; der Streifen erscheint dann complementär zur Farbe des Glases, also roth auf einem

grünen Glase, blau auf einem gelben u. s. w. Es wird Ihnen das noch deutlicher machen, was vorhin über die complementärfarbigen Doppelsterne gesagt wurde.

Hierher gehören auch die sogenannten farbigen Schatten, welche erscheinen, wenn im farbigen Lichte ein schmaler Körper einen Schatten wirft und dieser Schatten durch weißes Licht beleuchtet ist. Man erhält solche farbige Schatten am leichtesten auf folgende Weise: man läßt Lichtstrahlen durch ein farbiges Glas auf eine weiße Fläche, etwa auf weißes Papier, fallen, so daß die Fläche nun farbig erscheint; fängt man dann an irgend einer Stelle die das Papier beleuchtenden Strahlen durch einen schmalen Körper auf, so erhält man einen schmalen Schatten, welcher nur durch das ringsum verbreitete Tageslicht erhellt ist; dieser Schatten erscheint complementär zum Grunde; wendet man ein rothes Glas an, so erscheint der Schatten grün; bei einem gelben Glase blau u. s. w. Die Farben dieser Schatten sind rein subjectiv. Ganz anders verhält es sich mit den wirklich farbigen Schatten, die sich bilden, wenn ungleich farbige Strahlen dieselbe Fläche von verschiedenen Seiten her beleuchten, z. B. Kerzenlicht und Licht vom blauen Himmel, und man dann durch einen Stab zwei Schatten bildet, von denen der eine nur aus der einen Lichtquelle, der andere nur aus der anderen erleuchtet wird. Das sind dann wirklich, nicht blos scheinbar gefärbte Schatten.

Vierundvierzigster Brief.

Verschiedenfarbige Sonnen und bunte Tage.

„Sind oftmals in den vielfachen Sternen die verschiedenfarbigen Sonnen von uns unsichtbaren Planeten umgeben, so müssen letztere, verschiedenartig erleuchtet, ihre weißen, blauen, rothen und grünen Tage haben.“ Kosmos S. 300.

Im Kosmos wird mehrfach des farbigen Lichtes gedacht, welches viele Sterne und namentlich Doppelsterne ausstrahlen.

Auch ich habe dasselbe mehrfach bereits erwähnt und im 24ten Briefe die Untersuchungen Doppler's berührt, nach welchen die farbigen Sterne nicht gleichmäßig, sondern, wie es scheint, nach einem bestimmten Gesetz vertheilt sind, welches mit der räumlichen Fortbewegung unseres Sonnensystemes in Verbindung steht. Dadurch kann der Gedanke erweckt werden, es sei dieses Licht kein ursprünglich farbiges, sondern es erscheine nur gefärbt wegen der Fortbewegung des Sonnensystemes. Der Grund dieser optischen Erscheinung, wenn es wirklich nur eine solche sein sollte, läßt sich noch nicht erkennen, aber dies allein reicht nicht hin, um den Gedanken daran ohne Weiteres zu beseitigen. Dagegen spricht aber allerdings, wie schon erwähnt, auch der Umstand, daß die gesetzmäßige Vertheilung der Sternfärbungen keine ausnahmslose, vielmehr nur eine sehr untergeordnete ist. Indessen sind Ausnahmen einer solchen gesetzmäßigen Vertheilung allerdings dadurch erklärbar, daß auch die Firsterne ihre eigene Bewegung haben, welche bewirken kann, daß ein Theil der Sterne, nach denen sich das Sonnensystem hin bewegt, entweder in ungefähr gleicher Entfernung von demselben bleiben, oder sogar sich von ihm entfernen, weil sie sich schneller als die Sonne in derselben Richtung bewegen. Danach wäre es also dennoch denkbar, daß die bunte Färbung der Firsterne nur durch Näherung oder Entfernung derselben veranlaßt werde. Es giebt aber noch einen anderen Grund, welcher hiergegen spricht, das ist die ungleiche bunte Färbung zusammengehöriger Doppel- oder mehrfacher Sterne, die sich zur Fortbewegung des Sonnensystemes offenbar ziemlich gleich verhalten müssen. Nun sind darunter allerdings einige, welche complementäre Farben (d. h. solche, die sich zu Weiß ergänzen) zeigen, und bei diesen könnte man die Doppelfärbung als eine subjective Täuschung auslegen, wie wir im vorigen Briefe gesehen haben. Aber die bunten Doppelsterne zeigen nicht blos complementäre, sondern auch andere Farben.

Aus dem Allen mögen Sie entnehmen, daß diese interessante Frage noch nicht zur vollständigen Beantwortung reif ist. Bis dies der Fall sein wird, haben wir es einstweilen als eine Thatsache zu betrachten, daß es im Weltraum wirklich Sonnen giebt, die farbiges Licht ausstrahlen, und von denen mehrere zuwei-

len zu einem Doppel- oder mehrfachen Gestirn vereint sind, der Art, daß ihre Planeten — wenn sie deren besitzen — bunte Tage haben.

Welch' herrlicher Aufenthalt für poetische Seelen, ein Planet, auf dem es weiße, blaue, rothe und grüne Tage giebt! und natürlich auch die Schattirungen dazwischen, wenn die rothe Sonne aufgeht, während die blaue noch am Himmel steht. Haben Sie je eine Landschaft durch farbige Gläser gesehen? Erscheinungen der Art müßten durch bunte Sonnen ganz im Großen hervorgerufen werden. Wie glücklich sind unsere Dichter schon über den Mond mit seinem matten erborgten Silberlicht — eine ganze Classe von Dichtungen würde uns fehlen ohne diesen treuen Trabanten — wie viele neue würden hervorgerufen werden durch einige bunte Sonnen oder durch Monde, die halb blau, halb gelb oder weiß erleuchtet sind! — Und nun erst die Maler! Denken Sie nur, eine Gebirgslandschaft von einer Seite grün, von der anderen roth beleuchtet. — Wo soll der Landschafter all' die Farben hernehmen?

Wie groß ist nicht der Einfluß, den die Art der Beleuchtung auf unser Gemüth übt. Das helle weiße Sonnenlicht ist offenbar aller Poesie am wenigsten günstig; sie gedeiht besser im Dämmerlicht, bei Morgen- oder Abendroth, im Schatten des Waldes, der Bergschlucht oder der faltigen Gardinen. Die Poesie der Landschaft vor allen beruht in ihrer theilweisen Verhüllung und magischen Beleuchtung; im halbverschleiernden Duft, im Alpenglühen oder nächtlichen Wetterleuchten. Am hellen Mittag verliert die reichste Scenerie an poetischem Reiz; ein unsicheres Licht, die Fata morgana, kann ihn der Wüste verleihen. Berge, die aus Wolken ragen oder im duftigen Blau liegen, sind ungleich anziehender für dichterische Gemüther, als wenn sie dem Auge überall zugänglich und deutlich im hellen Tageslicht dastehen. Das Tageslicht ist für die Forschung, das Dämmerlicht und das gebrochene für die Romantik. Hat doch ein poesiereicher Naturphilosoph sogar die ganze Menschheit in Tag-, Nacht- und Dämmerungsvölker eingetheilt.

Die wunderbaren Schwingungen, die wir Licht nennen, innig verbunden mit denen der Wärme, sind es, welche auf Erden überall organisch gestaltend und belebend wirken. Ob direc-

tes Sonnenlicht, reflectirtes vom Mond oder Licht von unermeßlich weiten Fixsternen, ob nur durch eine trübe Atmosphäre gebrochenes uns umgiebt, oder die Abenddämmerung den Himmel färbt, die Berge vergoldet, oder ob der schräge Sonnenstrahl sich in fallenden Regentropfen zum siebenfarbigen Bogen gestaltet, das Alles ist von unverkennbarem Einfluß auf die Stimmung unseres Gemüthes, auf die Behaglichkeit unserer Empfindung.

Irgend eine Aenderung in den Lichtprocessen des Weltraumes oder der Atmosphäre spiegelt sich in den wenig erkannten Schwingungen unserer Seele, aber noch ist kein physischer Zusammenhang aufgefunden, der eine Lösung erwarten ließe, am wenigsten eine, die mathematischer Behandlung zugänglich wäre.

Organismen, denen nur rothes, nur grünes oder irgend ein farbiges Licht zukommt, müssen, selbst wenn alle übrigen Verhältnisse den irdischen entsprechen sollten, nothwendig eine sehr viel andere Beschaffenheit haben, als die Thiere und Pflanzen der Erde, deren ganze Existenz auf weißes Licht angewiesen ist. Ihre Beleuchtungsverhältnisse sind unvollkommener zu nennen, da ihnen gewisse Theile des zusammengesetzten weißen Lichtes ganz fehlen. Von einer durch die Lichtverhältnisse günstigeren Situation derselben kann daher nicht die Rede sein.

Da indessen mehrere Doppelsterne complementäre Farben zeigen, d. h. solche, die sich zu weißem Licht ergänzen, wie z. B. grün und roth, so können diese ihren etwaigen gemeinsamen Planeten durch gleichzeitige Bestrahlung ebenfalls die Vortheile des weißen Lichtes verschaffen, welches sich dann nur nach dem Untergange der einen Sonne allemal in einfarbiges verwandeln wird. Welch' sonderbares Abendroth-, Grün und Blau kann da zum Vorschein kommen!

Sie sehen, die möglichen Lichtreize eines fernen Weltwinkels, den uns die Wissenschaft nur ahnen läßt, haben mich zu allerlei Abschweifungen verleitet, wie das so leicht geschieht, wenn man einmal die Grenzen der Erfahrung überschritten hat. Aber das ist gerade ein Vorrecht der Phantasie, daß sie die Wirklichkeit weit hinter sich läßt und dahinschweift durch den ungemessenen Raum.

Wenn es wahr wäre, daß nüchterne Forschung, praktische Industrie und kalte Politik die Blüthen der Poesie abstreife von der Oberfläche der Erde, und das Gemüth abwende von religiöser Ehrfurcht; so blieben doch immerhin der Sternenhimmel, wie die phantastische Vorwelt in den Schichten der Erde, unentweihte Zufluchtstätten für dichterischen Sinn. Aber es ist nicht so, die empirische Forschung mindestens ist unschuldig an der Verflachung des Lebens, sie zeigt die Natur nur wie sie ist; nicht ihr, nur der Natur selbst, könnte man solche Folgen vorwerfen, wenn sie überhaupt existirten. Entbehrt Humboldt's Kosmos etwa alles Zaubers der Poesie und des Erhabenen? Wer in ihm keinen findet, der wird ihn — fürchte ich — in der wirklichen Natur überhaupt vergeblich suchen.

Fünfundvierzigster Brief.

Schluß.

Es betrachtet, wie wir gesehen haben, der erste Theil des dritten Kosmosbandes den gestirnten Himmel, das räumlich nicht nur Außerirdische, sondern auch außer dem Bereich unseres Sonnensystemes Liegende. Ueberall treten dabei zwei Richtungen hervor, eine objective und eine subjective, die letztere aber ist wieder eine mehrfache. Indem wir Menschen entweder als beobachtende Gesammtheit uns mit der Erde gleichsam identificiren, ist nur der räumliche Standpunkt ein subjectiver. Die Erde ist so zu sagen das beobachtende Individuum. Die Auffassung kann aber auch eine individuell subjective sein, den Eindruck der umgebenden Welt auf das einzelne Individuum darstellend, und zwar sowohl den physischen, als den moralischen, „den Reflex eines durch die Sinne empfangenen Bildes auf das Innere des Menschen, auf seinen Ideenkreis und seine Gefühle."

Dieser letztere ist der besondere Gegenstand des zweiten

Kosmosbandes, in welchem die natürliche Entwickelung des menschlichen Wissens, Denkens und Fühlens gezeigt ist, in ihrer Abhängigkeit von der Außenwelt.

Es ist ungemein schwierig, sich von allen Einflüssen des irdischen Standpunktes zu befreien und die Sternenwelt durchaus objectiv, wie außer ihr stehend, aufzufassen, zumal da noch nicht alle Eigenthümlichkeiten unseres Standpunktes bekannt und also abziehbar sind.

Wir kennen z. B. noch nicht näher die Fortbewegung der Erde mit dem Sonnensystem durch den Weltraum und vielleicht auch nicht alle Einwirkungen der Atmosphäre auf die Lichtstrahlen; ja es ist noch nicht einmal festgestellt, ob die Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde in allen Momenten einer Rotation eine ganz gleichmäßige ist. Leichter ist es schon, die individuellen Täuschungen, die Beobachtungsfehler, in Rechnung zu bringen und sich bis zu der einfachen Subjectivität des Standpunktes zu erheben.

Lassen Sie uns jetzt das Gewonnene noch einmal flüchtig überblicken. Unser Standpunkt, die Erde, ist einer von den unzähligen, von denen ein Theil der Welt überblickt werden kann. Aber welch' kleiner Theil! gerade nur so viel, als die Sehkraft des bewaffneten Auges und die Fassungskraft unseres Verstandes erlaubt. Ein Infusionsthier im Weltmeer übersieht, wenn es überhaupt sehen kann, einen größeren Theil desselben, als wir von der Welt. Denn das Weltmeer ist begrenzt, ist endlich, die Welt unbegrenzt, unendlich.

Um den Bau der Welt nach und nach zu erkennen, müssen wir bei seiner Erforschung vom Einzelnen ausgehen und zu immer Allgemeinerem verschreiten, so weit es uns unsere Kräfte erlauben, denn vom Allgemeinsten kann die Forschung nie anfangen, da es unbekannt ist. Anders freilich läßt sich bei der belehrenden Darstellung des Erkannten verfahren. Diese kann, wie es sehr zweckentsprechend der Kosmos ausführt, mit dem augenblicklich Allgemeinsten beginnen und von diesem in immer engere Kreise bis zur Erde und bis zum Individuum vorschreiten. Für Belehrung ist dies der bequemere Weg.

Die Erde, der Planet, den wir bewohnen, bewegt sich mit dem Monde und mit vielen anderen Himmelskörpern um die

Sonne. Diese mit ihrem Weltkörpergefolge — dem Sonnensystem — bewegt sich im Weltraum in einer Bahn, die noch unermittelt ist, vielleicht um einen Centralpunkt für viele Sonnensysteme, oder für Systeme (Gruppen) von Sonnensystemen. Auch an anderen Sonnen, sogenannten Firsternen, beobachtet man eigene Bewegung. Theils eine Fortbewegung mit noch unbestimmter Bahngestalt, welche im Laufe der Zeit allgemeine Aenderungen der Constellation (der Sternbilder) bedingt; theils umkreisende. Letztere an den Doppelsternen (und an den mehrfachen), und zwar sowohl an denen, welche deutlich zwei oder mehrere leuchtende Himmelskörper bilden, als an denen, deren einer Körper dunkel (und uns unsichtbar) ist, aber groß genug, um den leuchtenden zu einer Umkreisung zu zwingen; so am Sirius. Daß, abgesehen von diesen Sternsystemen, die meisten Firsterne auch von planetarischen Körpern umkreist werden, wie unsere Sonne, ist wenigstens nicht unwahrscheinlich, obwohl zur Zeit noch durch nichts erweisbar. — Die unzähligen von der Erde aus teleskopisch deutlich sichtbaren selbstleuchtenden Himmelskörper, die wir Firsterne nennen, bilden wahrscheinlich einen linsenförmigen, aber noch ungemessenen Sternenhaufen im Weltraum, dessen äußerster zugeschärfter Rand, durch optische oder auch zum Theil durch physische, ringförmige Häufung der fernen Sterne, als Milchstraße erscheint.

Der Milchstraßenring bildet gleichsam die Grenze unserer Welt, in einem engeren Sinne, als dem allgemeinsten. Vielleicht jenseit der unbestimmten Grenzen dieses Sternhaufens erblicken wir mit Hülfe optischer Werkzeuge leuchtende Nebelflecke, die sich nur erst zum Theil in Sternhaufen auflösen lassen, vielleicht unserem Milchstraßensystem ähnlich, einige ebenfalls mit lichtstärkeren Ringen. Das Alles wird schwerlich ruhen, sondern wahrscheinlich stets bewegt sein.

Weiter hinaus in den Raum reicht noch keine Art menschlicher Beobachtung, und das ist somit der kleine Theil des Unbegrenzten, Unendlichen, den wir übersehen. Es ist nicht ein bestimmter Theil desselben, sondern nur überhaupt ein Theil, denn was unendlich ist, wie nach unseren Begriffen die Welt, von dem ist nichts Umgrenztes ein bestimmter Theil. Von einer unendlich langen Linie sind tausend Meilen weder

der hundertste, noch der tausendste, noch der millionste Theil, sondern gar kein bestimmter, und gerade so ist es auch bei räumlicher Ausdehnung.

Alle diese Weltkörper und Systeme von Weltkörpern, soweit man Bewegungen derselben überhaupt erkannt hat, folgen den Gesetzen der Gravitation (der Schwere), und eine zweite sehr allgemeine Eigenschaft derselben ist das Aussenden eigener oder reflectirter Lichtstrahlen nach allen Seiten hin in den Weltraum, die wieder innig verbunden sind mit Wärmestrahlen, aber für uns nur da wahrnehmbar werden, wo sie auf andere Weltkörper treffen, z. B. auf die Erde oder auf andere Planeten und Monde. Das ist es, was wir Allgemeines von der Welt auch jenseit unseres Sonnensystemes vermuthen können. Innerhalb desselben gehen unsere Kenntnisse weiter, und das Meiste wissen wir natürlich von der Erde. Dieser letzte Theil der Weltbetrachtung, insofern er nicht schon im ersten Bande vorliegt, bleibt dem Schluß des Kosmos vorbehalten.

Der Kosmos koquettirt nicht mit den Wundern der Schöpfung, er preist nicht auf jedem Blatte einzeln die Güte oder Weisheit des Schöpfers, aber aus ihm spricht überall selbstredend, eigenmächtig, die Größe der Schöpfung.

Index,

in welchem zugleich die in den Briefen nicht besprochenen wissenschaftlichen Ausdrücke des Kosmos erläutert sind.

Aberration des Lichtes 124. 184.
Absiden sind die zwei Endpunkte der großen Axe einer Planetenbahn. Der eine heißt Perihel, der andere Aphel.
Adlee 56. 57.
Aehre 63.
Aequatorhöhe, der Winkel des Aequators mit dem Horizont für jeden Ort der Erde. Die Aequatorhöhe ist daher stets gleich 90 Grad weniger der Polhöhe, oder, was dasselbe ist, gleich 90 Grad weniger der geogr. Breite.
Aequinoctialpunkte, Aequinoctien oder Nachtgleichen sind die zwei Punkte, in welchen sich die Ebene des Aequators und die der Ekliptik (Erdbahnebene) am Himmel schneiden. Der eine heißt Frühlingsäquinoctium oder Frühlingspunkt, der andere, ihm gerade gegenüber, Herbstäquinoctium. In jenem erscheint uns die Sonne am 21. März, in diesem am 22. September, an welchen beiden Tagen überall auf der Erde Tag und Nacht gleich lang sind, weil die Sonne gerade über dem Aequator steht. Mitten zwischen diesen beiden Punkten liegen die Solstitien, in welchen die Sonne im Sommer am höchsten und im Winter am tiefsten steht.
Aerolithen 201.
Aerolithenringe 201.
Aesthetiker 32.
Aesthetische Naturbetrachtung 27.
Aether 82. 105.
Aggregatzustände 35.
Albineo 56.
Alcyone 61.
Alcyone als Centralsonne 204.
Aldebaran 61.
Allerweltglücksstern 65.
Amerikanische Gans 68.
Anaximenes 16.
Andromeda 55.
Antinous 57.
Aphelium, Sonnenferne, ist derjenige Punkt einer Planetenbahn, der von der Sonne am weitesten entfernt ist.
Arago 109. 120. 140. 145.
Aratus 51. 58. 65.
Arctur 54.
Argelander 179. 207. 208.
Aristoteles 15. 45.
Asträa 63.
Astronomie 96.
Athmung 96.
Atmosphäre der Erde 152.
— der Sonne 168.
Atomengewichte 95.
Attair 57.
Azimut eines Sternes ist der Winkel, welchen der Höhenkreis desselben mit dem Meridian bildet, oder es ist derjenige Bogen des Horizontes, der zwischen dem Meridian und dem Höhenkreise des Sternes enthalten ist. Man zählt das Azimut von Süd gegen West bis 360 Grad. 48.
Bär 51. 52.
Bärenhüter 53.
Bahngestalten der Himmelskörper 73.
Bahre 52.
Bartholinus 103.
Becher 67.
Bellatrix 66.
Beobachtungsfehler 156.
Berg Menalus 60.
Bessel 56. 57. 156. 129. 188. 192.
Beteigeuze 66.
Beugung des Lichtes 106.
Bewegung 94.
Bewegung aller Himmelskörper 70. 183.
Bewegung der Doppelsterne 183.
Biene 68.
Bildhauerwerkstatt 68.
Bischoff 153.
Bock 65.
Bode 49.
Bootes 53.
Bradley 125. 133. 134. 135.
Brandenburgische Adler 58.
Brandenburgisches Scepter 66.
Breguet 108. 157.
Breite 48.
Breite der Gestirne ist der senkrechte Winkelabstand derselben von der Ekliptik, also

ihre kürzeste Entfernung davon. Sie ist nördlich oder südlich, je nachdem das Gestirn über oder unter der Ekliptik steht. Die Breite der Sonne ist natürlich immer gleich Null.
Breitenkreis eines Gestirnes ist derjenige größte Kreis am Himmel, der durch das Gestirn und durch drn Pol der Ekliptik geht.
Brennpunkte der Ellipse sind zwei Punkte der großrn Axe derselben, welche die Eigenschaft besitzen, daß die Summe ihrer beiden Abstände von irgend rinem Punktr des Umfanges der Ellipse glrich ihrer großen Axe ist.
Brewster 21. 98. 228.
Buchdruckrrwerkstatt (statt Pressr) 67.
Buffon 2.
Buntr Tagr 231. 233.
Caguoni 142.
Caniculacia 67.
Canopus 67.
Caprlla 59.
Carus 43.
Cartesius 17.
Cassiopeja 54.
Centaur 67.
Centralsonne 205. 198.
Centrifugalkraft 38.
Crntripetalkraft 40.
Cepheus 54.
Ceres 63.
Chamätron 68.
Chemische Elemente 8.
Chemischer Apparat 68.
Chemische Stoffreihe 8.
Chemische Verwandtschaft 7. 12.
Chemische Wirkungrn 7.
Chiron 64.
Chronometer 155.
Chronoskop 157.
Circumpolarsterne sind diejenigen Sterne, die zunächst bei dem uns sichtbaren Pol des Arquators, für uns also beim Nordpol stehen.
Clairaut 132.
Clausius 118.
Complementärfarben 225. 232.
Concentrische Sternringe 177.
Conjunction. Ein Planet ist mit der Sonne in Conjunction, wenn er von der Erde aus bei drr Sonne gesehen wird.
Copernicus 128. 186.
Crepusculaclicht 117.
Crotus 64.
Culmination. Ein Gestirn ist in seiner Culmination, wenn es am höchsten über dem Horizonte steht, odrr, was dasselbe ist, wenn es durch drn Mrridian geht. Die Sonne culminirt dahrr grnau um Mittag.
Dante 69.
Dämmerung 117.
Declination oder Abweichung eines Gestirnes ist der senkrechtr oder kürzestr Abstand desselben vom Arquator. Sir ist nördlich oder südlich, je nachdem der Stern über oder unter dem Aequator steht. 48.
Declinationskreis heißt derjenige größte Kreis des Himmrls, der durch den betreffenden Strrn und den Pol des Aequators geht. Er steht also allrmal senkrecht auf dem Aequator. Er wird auch Abweichungskreis oder Stundenkreis grnannt.
Drlambre 135.
Delphin 58.
Deltoton 58.
Denrb 56.
Denrbola 62.
Descartes 122.
Deukalion 65.
Dialrktiker 32.
Dialrktische Naturbetrachtung 15.
Diamagnrtismus 95.
Diamant 93.
Diffraction drs Lichtes 106.
Diffuses Licht 108.
Dioskurrn 62.
Dirrctr Bewrgung rines Gestirns ist eine von West grgen Ost gerichtete; die umgekrhrte heißt retrograd oder rückgängig.
Distanz oder Abstand hat einr doppelte Bedrutung. Erstens brzeichnet es drn Abstand zweier Körper in einrr grradrn Linie gemessrn, wie z. B. die Distanz zweier Thürme in Meilrn. In dirsem Sinne wird der Ausdruck in der Astronomie nur srltrn angrwendet. Zweitens bezeichnrt rs drn Winkel, welchrn Grsichtslinirn zweier Gegenstände von irgend rinem Punkt aus gesehrn mit einander bildrn.
Doppelnrbrl 216. 224.
Dopprlsterne 199. 210.
Doppeltr Lichtbrrchung 103.
Dopplrr 141. 232.
D'Orbigny 152.
Dore 101.
Drachr 52.
Drossel 67.
Dunkle Linirn im Farbenspectrum 98.
Dunkle Weltkörper 188.
Durchgang odrr Vorübrrgang. Wrnn Mercur odrr Vrnus, von der Erdr gesrhen, auf der Sonnrnscheibe erscheint, also zwi-

schen Sonne und Erde steht, so nennt man dies ihren Durchgang.
Ecliptik oder Sonnenbahn ist der Weg, den die Sonne jährlich am Himmel zu beschreiben scheint, den aber eigentlich die Erde beschreibt. Wenn man die Ebene dieser elliptischen Erdbahn nach allen Seiten erweitert, so schneidet sie die Himmelssphäre in einem größten Kreis, der eben Ecliptik genannt wird. Die Ebene dieses Kreises ist gegen die Ebene des Aequators der Erde 23 Grad 28 Minuten geneigt, und dieser Winkel heißt die Schiefe der Ecliptik. Beide Ebenen schneiden einander in den Aequinoctialpunkten.
Eidechse 55.
Einhorn 64.
Elasticität 95.
Elektra 61.
Elektricität 95.
Elektrisirmaschine 68.
Elemente 8. 35.
Elemente der Alten 18.
Elemente der Planetenbahnen. So nennt man diejenigen Eigenschaften derselben, wodurch sie sich von einander unterscheiden. Es sind: 1) die Länge der großen Axe der Bahn, 2) die Lage dieser Axe im Weltraum, 3) die Excentricität der Bahn, 4) die Neigung der Bahnebene gegen die Ebene der Ecliptik, 5) die Durchschnittslinie dieser beiden Ebenen (Knotenlinie), und gewöhnlich auch noch 6) die Epoche, das heißt die Bestimmung des Ortes, an welchem sich der Planet zu einer bestimmten Zeit befindet.
Elie de Beaumont 43.
El-Mamum 51.
Elongation oder Digression (Ausweichung) ist die von der Erde gesehene Winkeldistanz eines Planeten von der Sonne.
Emanationshypothese 104.
Emissionshypothese 104.
Empedokles 35.
Empirische Naturforschung 15. 32.
Enke 213.
Entfernung der Doppelsterne 203.
Entfernung der Fixsterne 193.
Entfernung durch Lichtschätzung 79.
Epicykel. Wenn der Mittelpunkt eines Kreises sich auf der Peripherie eines anderen festen Kreises bewegt, so nennt man den ersteren oder beweglichen Kreis einen Epicykel.
Epoche. Der Ort eines Planeten in seiner Bahn für irgend eine gegebene Zeit heißt die Epoche desselben.
Eratosthenes 58. 65.
Erdbahnhalbmesser 79.
Erde 35. 36.
Erddurchmesser 79.
Erdweite 79.
Eridanus 65. 66.
Erigone 63.
Ernährung 96.
Erndtehüter 59.
Eudoxus 51.
Euler 105. 132.
Excentricität. Die Entfernung der beiden Brennpunkte jeder Ellipse von einander nennt man die doppelte Excentricität. Mitten zwischen beiden liegt der Mittelpunkt und der Abstand dieses von einem Brennpunkt ist daher die einfache Excentricität.
Färbung der Sterne 140.
Farbenspectrum 97.
Farbige Schatten 231.
Faucoult 108. 139. 145.
Fernrohr 68.
Fest 35. 37.
Feuer 35. 36.
Fische 65.
Firuzabadi 58.
Fixsternhimmel 47.
Fixsterne 190.
Fixsternsysteme 214.
Fizeau 108. 145.
Flamsteed 131. 133.
Fliege 58.
Fliegende Fische 68.
Fliehkraft 38.
Flüssig 35. 37.
Fomahaud 68.
Forbes 118.
Fortrücken der Nachtgleichen 185.
Fortschritte der Naturwissenschaften 91.
Fortuna 63.
Fourrier 83.
Fresnel 105.
Friedrichsehre 55.
Frühlingspunkt, s. Aequinoctialpunkt.
Fuchs 58.
Fuhrmann 58.
Funkeln der Sterne 119.
Galilei 122.
Galvanismus 95.
Gans 58.
Ganymed 65.
Gasförmig 37.
Gauß 158.

Gebirgsketten 43.
Gedankenschnelligkeit 158.
Geocentrischer Ort eines Planeten ist der Ort am Himmel, wo er von der Erde aus gesehen wird, im Gegensatz von dem heliacentrischen oder von der Sonne aus gesehenen.
Gealogie 95.
Gealogische Wirkungen der Sonne 148.
Georgs-Harfe 66.
Gerade Aufsteigung gleich Rectascension.
Geschwindigkeit des Lichtes und der Elektricität 145.
Gestaltung der Himmelskörper 5.
Gestörte Körper 114.
Giraffe 59.
Gluckhenne 62.
Gnoman, eine auf dem Horizont senkrechte Säule, durch deren Schatten die Alten die Höhe der Sonne maßen.
Grabstichel 68.
Grad ist der 3[illegible]ste Theil eines Kreisumfanges, oder vielmehr der Winkel vom Centrum aus, der diesem Theil entspricht.
Gravitation oder allgemeine Schwere. Nach Newton's Entdeckung ziehen sich alle Körper gegenseitig an im Verhältniß ihrer Masse, und umgekehrt wie das Quadrat ihrer Entfernung. 7. 94.
Geimaldi 165. 166.
Größe. Bei den Himmelskörpern versteht man darunter ihren Durchmesser, und zwar entweder in Meilen oder in Winkelgraden, Minuten u. s. w. ausgedrückt. So ist z. B. die Größe, d. h. der wahre Durchmesser des Mondes gleich 932 Meilen, der Winkel aber, unter dem wir ihn sehen, der scheinbare Durchmesser 1 Grad 54 Minuten und 2 Secunden.
Größen (verschiedene Begriffe) 76.
Groß 142.
Großer Bär 152.
Großer Hund 67.
Graßer Wagen 52.
Grundstaffe 8. 95.
Hafiz 62.
Halbschatten der Sonnenflecke 163.
Hase 66.
Haupthaar der Berenice 59.
Hegel 15.
Heliocentrischer Ort der Planeten ist der von der Sonne aus gesehene Ort derselben am Himmel, im Gegensatze zu dem geocentrischen (von der Erde aus gesehenen).
Helmholz 158.
Hemisphäre gleich Halbkugel.
Henne 55.
Heraklid 16.
Herbart 21.
Herbstpunkt s. Aequinoctialpunkt.
Herkules 56.
Herschel 71. 79. 80. 84. 135. 165. 166. 176. 175. 196. 197. 212. 213. 219. 222. 223. 224.
Herschel's Teleskop 59.
Hevel 59.
Hind 213.
Hiob 62.
Hipparch 51. 69.
Hiskias 155.
Höhe eines Gestirnes ist der Winkel, unter welchem uns dasselbe über dem Horizonte erscheint, in Winkelmaßen ausgedrückt. Beim Auf- und Untergange ist dieselbe natürlich gleich Null. 48.
Höhenkreis oder Verticalkreis, auch Scheitelkreis genannt, ist derjenige größte Kreis, welcher durch den betreffenden Stern und senkrecht durch den Horizant des Beobachters geht. Der Bagen dieses Kreises, der zwischen dem Stern und dem Horizante enthalten ist, heißt die Höhe des Sternes.
Homer 51. 54.
Hoake 122.
Horizant ist derjenige größte Kreis des Himmels, dessen Peripherie in allen Punkten um 90 Grad vom Zenith oder Nadir des Beobachters entfernt ist.
Hunde des Al-debaran 61.
Huyghens 164. 105. 122. 158.
Hyaden 61.
Ideler 67.
Imponderabilien 35.
Indianer 68.
Inflexion des Lichtes 106.
Interferenz des Lichtes 105. 167.
Joung 105. 167. 122.
Irdischer Standpunkt 185.
Iris 63.
Jungfrau 63.
Justitia 63.
Kältepole 41.
Kant 176.
Karlseiche 68.
Kastor 62.
Kepler 96. 122. 229.
Kläffer 63.
Klassifikation der Himmelskörper 198.
Kleiner Bär 51. 52.
Kleiner Wagen 52.
Klepsydra 154.
Knoten und Knotenlinie. Die gerade Linie,

in welcher die Ebene einer Planetenbahn die Ebene der Ekliptik durchschneidet, heißt die Knotenlinie derselben. Diese Linie nach beiden Seiten verlängert, bezeichnet am Himmel die beiden Knoten der Bahn, und zwar den aufsteigenden Knoten ☊, wenn der Planet nach seinem Durchgange durch diesen Knoten sich für uns über die Ekliptik, also gegen Nord erhebt, während der andere, von dem er gegen Süd geht, der niedersteigende ☋ heißt.
Kohlensäcke 68. 69.
Koluren 49.
Kometen 198. 201.
Kranich 68.
Krebs 62.
Kreis, größter, einer Kugel, so heißt jeder Kreis auf der Oberfläche einer Kugel, dessen Mittelpunkt mit dem Mittelpunkt der Kugel zusammenfällt.
Kreuz (südliches) 69.
Krippe 62.
Krone 55.
Krystallisation 95.

Länge der Sterne. Es ist die Entfernung ihres Breitenkreises (s. d.) von dem Frühlingspunkt, von West gegen Ost nach Graden gezählt. Also kurz: Die Länge eines Sternes ist dessen östliche Entfernung vom Frühlingspunkt auf der Ekliptik gemessen. 48.
Lagrange 134.
Lalande 56. 135. 166.
Lambert 176.
Laplace 3. 116. 134. 137.
Leibnitz 2. 116.
Leier 56.
Letronne 64.
Le-Verrier 186.
Licht 95. 99.
Lichtarten 87.
Lichtbrechung 100. 102.
Lichtgeschwindigkeit 127. 138. 145.
Lichtglorie der Sonne 69.
Lichtnebel 161.
Lichtstärke der Sterne und der Sonne 194. 197.
Lichtverbreitung 100.
Lichtweg 79., als Maß 202.
Lineal 68.
Linsenförmige Nebel 224.
Löwe 62.
Löwe, kleiner, 50.
Luchs 59.
Luft 35. 36.
Luftballon 68.
Luftförmig 35. 37.

Mädler 61. 79. 112. 267. 208. 209. 213. 172.
Magnetismus 95.
Magnetpole 41.
Maler-Staffel 68.
Maßkeilme 136.
Mauerquadrant, ein astron. Instrument, welches in dem vierten Theil eines Kreises besteht, der an einer in der Ebene des Meridians erbauten Mauer befestigt ist. 56.
Mayer 133.
Meridian oder Mittagskreis ist derjenige größte Kreis am Himmel, der durch die Weltpole (Pole des Erdäquators) und durch den Zenith (Scheitelpunkt) des Beobachters geht. Die Ebene dieses Kreises steht daher senkrecht sowohl auf dem Aequator der Erde, als auf dem Horizont des Beobachters. Die Sonne steht genau um Mittag im Meridian, die Sterne culminiren in ihm.
Meridiankreis, ein astron. Instrument, welches aus einem ganzen Kreise mit einem Fernrohre besteht, welches letztere sich in der Ebene des Meridians drehen läßt.
Messier 219.
Mikrometer, Vorrichtung an einem Fernrohre mit dessen Hülfe man kleine Winkel sehr genau messen kann.
Mikroskop 68.
Milchstraße 172. 173.
Milion 183.
Minute, als Winkelmaß, ist der 60te Theil eines Grades.
Mittagslinie ist der Durchschnitt der Ebene des Meridians mit der des Horizontes; sie ist von Süd nach Nord gerichtet.
Mittagsrohr oder Passagen-Instrument. Ein Fernrohr, welches sich um eine horizontale Axe in der Meridianebene drehen läßt.
Mittlere Entfernung der Planeten von der Sonne ist gleichbedeutend mit der halben großen Axe ihrer Bahn.
Molineux 125.
Monde 198. 200.
Mühlzapfenloch 52.
Mystiker 32.
Mystische Naturbetrachtung 21.

Nachbilder 226.
Nachtgleiche, s. Aequinoctium.
Nadir oder Fußpunkt des Beobachters ist derjenige unsichtbare Punkt des Himmels, der senkrecht unter dem Beobachter steht, und daher dem Zenith oder Scheitelpunkte gerade entgegengesetzt ist.
Naturbetrachtung, dialektische, 15.
— mystische, 21.

Naturbetrachtung, ästhetische, 27.
— spirituelle, 29.
Naturforschung 14.
Naturgesetze 94.
Naturphilosophie 14.
Nebel 161. 216.
Nebelflecke 161. 172.
Nebelringe 222.
Nebelsterne 223.
Nebeltheorie des Laplace 3.
Nervander 46.
Netz 68.
Neue Sterne 177.
Newton 3. 105. 116. 122. 129. 131. 132.
Nördliche Krone 56.
Nördlicher Himmel 40.
Nutation 184.

Objective Anschauung 235.
Objectiver Standpunkt 166.
Ochsentreiber 53.
Oerstedt 30.
Opposition oder Gegenschein. Ein Planet ist in Opposition, wenn er, von der Erde gesehen, der Sonne gerade gegenübersteht. S. Conjunction.
Optische Doppelsterne 213.
Organisches Leben 96.
Orion 66.
Ovid 59. 62.
Page 92.
Pan 65.
Parabel, eine Kegelschnittslinie.
Paradiesvogel 68.
Parallaxe 191.
Parallelkreis eines Gestirnes ist ein dem Aequator paralleler Kreis, welcher zugleich das Gestirn schneidet. In ihm scheint jedes Gestirn seine tägliche Bahn um die Erde zurückzulegen, und man theilt ihn in Tagbogen und Nachtbogen.
Parnaß 56.
Passage-Instrument, s. Mittagsrohr.
Pegasus 58.
Pendeluhr 68. 155.
Penumbra 163.
Perihelium oder Sonnennähe ist der der Sonne nächste Punkt einer Planetenbahn, Aphelium der entfernteste.
Periodicität 45. 94.
Periodische Revolution, s. tropische Revolution.
Periodische Sterne 177.
Periodische Störungen 114.
Perseus 55.
Perturbationen 113.
Peters 180. 209.
Pfau 68.
Pfeil 57.
Pferd 58.
Pherekydes 16.
Phönix 68.
Photometrische Messungen 198.
Photosphäre 163.
Photosphäre der Sonne 151.
Physische Doppelsterne 213.
Physiologische Farben 226.
Pissis 43.
Planetarische Nebel 216.
Planeten 198. 206.
Plateau 5.
Plato 16.
Plejaden 61.
Plesch 111.
Poczobut 57.
Poisson 63.
Poisson's Hypothese 88.
Polarität 40.
Polarkreis, es ist der Parallelkreis des Himmels, welcher 23 Grad 28 Minuten vom Pol oder 66 Grad 32 Minuten vom Aequator entfernt ist.
Polarstern 51.
Poldistanz eines Sternes ist gleich 90 Grad weniger der Declination (s. d.) desselben. 46
Pollux 62.
Polnischer Stier 57.
Pouillet 157.
Präcession 184.
Procyon 67.
Ptolemäus 51. 57. 61. 65. 67. 187.

Quadrant, ein zur Höhenmessung der Sterne
Rbestimmtes Instrument.
abe 67.
Rectascension oder gerade Aufsteigung eines Sternes. Sie ist die Entfernung des Declinationskreises (s. d.) eines Sternes von dem Frühlingspunkte, von West nach Ost in der Ebene des Aequators gemessen. Die Rectascension ist daher die östliche Entfernung vom Frühlingspunkt im Aequator, ebenso wie die Länge die östliche Entfernung in der Ecliptik ist. 48.
Refraction 191. 103. 184.
Regulus 62.
Rennthier 59.
Retrograde oder rückgängige Bewegung ist jede Bewegung eines Himmelskörpers von Ost nach West.
Revolution oder Umlaufszeit ist die Zeit, während welcher ein Himmelskörper seinen ganzen Umlauf um irgend einen Punkt oder Körper vollendet. Man unterscheidet

bei den Planeten siderische Revol. in Beziehung auf die Fixsterne; tropische oder periodische in Beziehung auf den Frühlingspunkt; synodische in Beziehung auf die Sonne; und anomalistische in Beziehung auf Anomalie.
Riegel 66.
Ring des Saturn 260.
Ringförmige Nebel 222.
Römer 125.
Rosse, Earl of, 217. 218.
Rotation ist die Zeit, innerhalb welcher ein Himmelskörper sich einmal um seine Axe dreht.
Sabi 62.
Sanduhr 155.
Savary 213.
Scaliger 122.
Schall 95.
Scheitel, s. Zenith.
Schelling 15.
Schiefe der Ecliptik 184.
Schiff 67.
Schiffergestien 62.
Schild des Sobieski 57.
Schiller 229.
Schlangenträger 57.
v. Schmöger 46.
Schöpfeimer 65.
v. Schubert 43.
Schwan 55.
Schwanken der Sterne 110.
Schwankungen der Ecliptik 184.
Schwerpunkt des Milchstraßensystemes 206.
Schwert 55.
Schwertfisch 68.
Scorpion 64.
Seculäre Störungen 114.
Secunde ist der 60te Theil einer Zeit- oder Winkelminute.
See-Octant 68.
Sestini 142. 144.
Sextant; ein astronom. Instrument, welches besonders zu Beobachtungen auf Schiffen eingerichtet ist.
Siderische Revolution ist die Umlaufszeit eines Planeten um die Sonne in Beziehung auf einen festen Punkt am Himmel.
Siebengestirn 61.
Siemens 157.
Sirius 67. 189.
Smyth 213.
Solstitium oder Sonnenwende sind die beiden Punkte der Ecliptik, die am meisten von der Ebene des Aequators entfernt sind. Man unterscheidet ein Sommer- u. ein Wintersolstitium.
Sonnen 198. 199.
Sonnenatmosphäre 168.
Sonnenbahn 165.
Sonnenfackeln 164. 167.
Sonnenferne, s. Aphelium.
Sonnenfinsterniß 169
Sonnenflecke 163.
Sonnennähe, s. Perihelium.
Sonnenoberfläche 164. 167.
Sonnenwende, s. Solstitium.
Sonnentag ist die Zeit von einer Culmination der Sonne, oder von einem Mittag bis zum nächstfolgenden. Im Gegensatz davon ist Sterntag die Zeit zwischen zwei nächsten Culminationen eines Fixsternes. Wegen Bewegung der Erde in ihrer Bahn um die Sonne ist ersterer etwas länger.
Sonnenuhr 155.
Sonnenzeit ist der Stundenwinkel der Sonne.
Spica 63.
Spiralnebel 219.
Spiritualisten 32.
Spirituelle Naturbetrachtung 29.
Steinbock 65.
Sternbilder 47.
Sternfunkeln 119.
Sterngruppirung 160. 171. 173.
Sternhaufen 172. 216.
Sternkarte 47.
Sternlinse 174.
Sternringe 173. 176.
Sternschwärme 161. 172.
Sternschwanken 111.
Sterntag, s. Sonnentag.
Sternweite 79.
Sternzahl 166.
Sternzeit ist der Stundenwinkel des Frühlingspunktes.
Stier 61. 62.
Stöchiometrie 95.
Störende Körper 114.
Störungen 112. 132.
Stoffverschiedenheit 6.
Struve 268. 213.
Stony 226. 224.
Stundenkreis, s. Declinationskreis.
Subjective Anschauung 186. 235.
Subjective Farben 225.
Südliche Fische 68.
Südliche Krone 68.
Südlicher gestirnter Himmel 67.
— Himmel 50.
Südliches Dreieck 68.
— Kreuz 69.
Synodische Revolution, s. Revolution.

Tänzer 52.
Tafelberg 68.
Tagbogen, s. Parallelkreis.
Taube 68.
Telegraphenleitung 146.
Temperaturabnahme der Erde 148.
Temperatur des Weltraumes 88.
Thales 16.
Theodolith, ein Instrument sowohl zum geodätischen, als zum astronomischen Gebrauch.
Thieme 23.
Thierkreis 60.
Thierkreisbilder 60.
Thierkreislicht 200.
Thron des Orion 66.
Trabanten 200.
Triangel 58.
Tropiens oder Wendekreis. Diejenigen beiden Parallelkreise des Aequators, welche von demselben um die Schiefe der Ekliptik, also um 23 Grad 28 Minuten abstehen, nennt man Wendekreise; gleichsam zwischen ihnen bewegt sich scheinbar die Sonne.
Tropische oder periodische Revolution, s. Revolution.
Tycho de Brahe 57. 86.
Ueberglänzen der Sterne 230.
Ulug Begh 53. 66.
Unsere Welt 237.
Umdrehungspole 41.
Umlaufszeit, s. Revolution.
Undulationshypothese 104.
Unendlich 77. 78.
Unermeßlich 77.
Veränderliche Sterne 177.
Verbindung durch Erdreich 146.
Verbreitung des Lichtes 100.
Verlöschen der Sonne 179.
Verschiedenfarbige Sonnen 231.
Verschwundene Sterne 177.
Verticalkreis, s. Höhenkreis.
Vibrationshypothese 104.
Vier Elemente 35.
Villarceaux 213.
Vischer 27.
Vogel 55.
Wärme 95.
Wärmezonen 149.
Wagen 51. 52.
Wallfisch 65. 66.
Wasser 35. 36.
Wassermann 65.
Wasserschlange 76. 68.
Wasseruhr 154.
Weber 158.
Wega 56.
Weigel 53. 58.
Weltäther 35. 82. 84.
Weltaxe ist die Axe des Aequators, also die gerade Linie, welche den Mittelpunkt des Aequatorkreises rechtwinklig auf seine Ebene durchschneidet.
Weltentstehung 2.
Weltgesetze 211.
Weltpole sind die beiden Punkte des Himmels, in welchen die Weltaxe die scheinbare Oberfläche der Himmelskugel schneidet.
Weltraum 81.
Weltstoffe 11.
Wetterperiode 46.
Wendekreis, s. Tropiens.
Wheatstone 139. 157.
Whiston 2.
Wichmann 75.
Widder 60.
Winkelmaß 68.
Wintersolstitium, s. Solstitium.
Wolf 68.
Wolken (magelhansche) 68.
Wollaston 197.
Wunder 34.
Zahl der Planeten 43.
Zeitmessung 154.
Zenith oder Scheitelpunkt ist der Punkt des Himmels, welcher senkrecht über dem Beobachter, also im Scheitel desselben, liegt. Es ist der höchste Punkt des Himmels in Beziehung auf den Horizont, dessen oberer Pol. Ihm gegenüber ist der Nadir, s. d.
Zenithdistanz eines Sternes ist die Entfernung desselben vom Zenith, in seinem Höhenkreis (s. d.) gemessen. 48.
Ziege 59.
Zirkel 68.
Zodiacus, s. Thierkreis.
Zügelhalter 59.
Zwillinge 62.

Berichtigungen.

S. 21, Z. 9 v. u. statt Auch l. Aber. S. 21, Z. 8 v. u. statt erhabenen l. erhabeneren. S. 23, Z. 6 v. o. statt nur l. sie solle nur. Seite 23, Z. 7. v. o. soll fällt weg. S. 23. Z. 10 v. o. statt nur l. und. S. 58, Z. 8. v. u. statt nur l. nun. S. 76, Z. 9 v. o. statt welcher l. welche.

Druck von J. B. Hirschfeld in Leipzig.

Briefe

über

Alexander von Humboldt's Kosmos.

Ein

Commentar zu diesem Werke für gebildete Laien.

Dritter Theil. Zweite Abtheilung.

Bearbeitet

von

Bernhard Cotta,

Professor.

Mit einer großen Mondkarte von A. Stieler, drei Steintafeln und mehreren eingedruckten Figuren.

Leipzig,

T. O. Weigel.

1852.

Inhalt.

		Seite
46. Brief.	Nebelsterne	247—253
	Nebel. Lichtringe. Planetarische Nebel. Doppelnebel. Spiralnebel. Nebel mit Centralsternen.	
47. Brief.	Gruppen oder Systeme der Weltkörper	254—258
	Abstände der Fixsterne und Sternsysteme von einander. Systematik der Weltkörper.	
48. Brief.	Uebersicht des Sonnensystemes	258—264
	Sonne, Mond und Sterne. Täuschung der Beobachtung. Frühere Ansichten über das Sonnensystem.	
49. Brief.	Durchmesser der Sonne verglichen mit anderen Größen	264—266
	Größenverhältniß zwischen Sonne und Erde.	
50. Brief.	Die Masse der Sonne	266—268
	Dichtigkeit des Sonnenkörpers.	
51. Brief.	Wirkung der Sonnenflecken	268—274
	Perioden der Sonnenflecken. Ihre Wirkung. Ungleichheit der Sonnenoberfläche überhaupt.	
52. Brief.	Die sieben Planeten	275—281
	Heiligkeit der Siebenzahl. Sieben Tage der Woche. Zeichen der Planeten und Metalle.	
53. Brief.	Abplattung der Himmelskörper	281—287
	Ursache der Abplattung. Abnorme Abplattung des Mars. Theorie der Abplattung.	
54. Brief.	Scheinbare Größe der Planeten	287—289
	Durch Abbildungen erläutert.	

Seite

55. Brief. Harmonie der Sphären . . . . 290—302
Ursprung der Idee. Ausbildung durch Kepler.

56. Brief. Astronomisches Zahlenspiel . . . . 302—307
Es führt zu Nichts.

57. Brief. Dichtigkeit und Masse der Planeten . 307—310
Ihre Reihung danach.

58. Brief. Einfluß der Schiefe der Ekliptik . . 310—315
Die Perioden desselben bieten keinen geologischen Zeitmaßstab.

59. Brief. Aenderung der Erdbahnlage . . . . 316—331
Stellung und Bewegung der Erde zur Sonne. Temperatur durch die Sonnenstellung bedingt. Periodischer Unterschied zwischen Nord und Süd.

60. Brief. Mercur . . . . 331—334
Vermuthungen über Planetenzustände.

61. Brief. Venus . . . . 334—337
Die Größe ihrer Erscheinung.

62. Brief. Rotation des Mondes . . . . . . 337—339
Sie entspricht seinem Umlauf um die Erde.

63. Brief. Wärmestrahlung des Mondes. . . . 340—342
Auch durch Temperaturperioden auf der Erde erkennbar.

64. Brief. Der Mond ein Spiegel der Erde . . 342—347
Erdlicht auf dem Monde. Der Mondhimmel. Die Erde vom Monde aus.

65. Brief. Das Kleben der Sterne am Mondrand . . . . 348—349
Es ist eine optische Täuschung.

66. Brief. Die Mondoberfläche . . . . 349—379
Vergleichung mit der Erdoberfläche. Ungleiche Lichtreflexion. Formen der Mondoberfläche. Topographie der Mondoberfläche. Deutung der Mondoberflächenformen.

67. Brief. Mars . . . . 379—390
Ungleichheit der Hemisphären des Mars. Verschiedenartige Flecke auf seiner Oberfläche. Atmosphäre des Mars. Allgemeine Betrachtung.

68. Brief. Die kleinen Planeten . . . . 391—393
Sie bilden eine Abgrenzung im Planetensystem.

Seite

69. Brief. Jupiter und seine Monde . . . . . 393—396
Der Planet. Seine Monde.

70. Brief. Saturn . . . . 396—397
Auch Saturn scheint eine Atmosphäre zu haben.

71. Brief. Ringe und Monde des Saturn . . . 397—403
Ring des Saturn. Seine Beschaffenheit. Monde des Saturn.

72. Brief. Uranus und seine Monde . . . . . 404—406
Abnorme Axenstellung. Abnorme Mondbahnen.

73. Brief. Neptun und seine Monde . . . . . 406—410
Entdeckung des Neptun. Planeten jenseit Neptun?

74. Brief. Die Kometen . . . . 411—426
Geschichtliches. Der Halley'sche Komet. Beschleunigung der Kometenbewegung. Der Komet von 1744. Theorie der Lichtausströmungen. Der Biela'sche Komet.

75. Brief. Ring des Thierkreislichtes . . . . . 427—428
Versuchte Erklärungen desselben.

76. Brief. Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteorsteine . . . . 428—441
Natur. Ursprung. Zusammensetzung. Abweichung von irdischen Steinen. Vertheilung.

77. Brief. Schluß . . . . 442—456
Was will, was kann die Naturforschung?

Tabelle über das Sonnensystem.

Index . . . . 459—468

Sechsundvierzigster Brief.

Nebelsterne.

„Unter den uns sichtbaren, den Himmelsraum erfüllenden Weltkörpern giebt es neben denen, welche mit Sternlicht glänzen (selbstleuchtenden oder blos planetarisch erleuchteten; isolirt stehenden, oder vielfach gepaarten und um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisenden Sternen), auch Massen mit milderem, mattem Nebelschimmer. Bald als scharf begrenzte scheibenförmige Lichtwölkchen auftretend, bald unförmlich und vielgestaltet über große Räume ergossen, scheinen diese auf den ersten Blick dem bewaffneten Auge ganz von den Weltkörpern verschieden, die wir in den letzten vier Abschnitten der Astrognosie umständlich behandelt haben. Wie man geneigt ist aus der beobachteten, bisher unerklärten, Bewegung gesehener Weltkörper auf die Existenz ungesehener zu schließen; so haben Erfahrungen über die Auflöslichkeit einer beträchtlichen Zahl von Nebelflecken in der neuesten Zeit zu Schlußfolgen über die Nicht-Existenz aller Nebelflecke, ja alles kosmischen Nebels im Weltraume geleitet. Mögen jene wohlbegrenzten Nebelflecke eine selbstleuchtende dunstartige Materie, oder ferne, eng zusammengedrängte, rundliche Sternhaufen sein: immer bleiben sie für die Kenntniß der Anordnung des Weltgebäudes, dessen, was die Himmelsräume ausfüllt, von großer Wichtigkeit.“

Kosmos S. 311.

Ueber die Nebelsterne und Lichtnebel habe ich Ihnen bereits im Anhang zum zweiundvierzigsten Brief geschrieben. Die neuen Entdeckungen durch das große Rossesche Teleskop gaben mir dort die Veranlassung. Ich beschränkte mich aber auf die einfache Schilderung begleitet von einigen Abbildungen, ohne in weitere Betrachtungen einzugehen; zu denen nun hier aufs Neue Veranlassung geboten ist.

Lassen Sie mich aber noch einmal mit einer flüchtigen Schilderung der Erscheinungen beginnen. Durch jedes gute Teleskop gewahrt man noch außer der Milchstraße am Sternenhimmel leuchtende Nebel, die sich über große Räume gestaltlos ergießen gleich einer zarten Morgendämmerung, aber unveränderlich in ihrer regellosen Form. Anderwärts zeigen sich diese Nebel gestaltet, kreisrund, elliptisch, ringförmig, schweifartig und in mancherlei Formen. Zuweilen tritt in ihnen ein lichterer Kernpunkt hervor, so z. B. in dem elliptischen Lichtnebel im Wallfisch (T. IV. Fig. 2.), welcher sich bei einigen Nebeln mehr und mehr sternartig gestaltet, oder als ein wirklicher Centralstern sichtbar wird (T. III. Fig. 4 und 7). Nicht selten werden zwei solcher Kernpunkte in einem Lichtnebel gesehen (T. IV. Fig. 4, gleich-

sam ein Weltei mit doppeltem Dotter), welche in einem gegenseitigen Verhältniß zu einander zu stehen scheinen, und wovon manchmal der eine zum vollkommnen Stern ausgebildet ist, während der andere an der Grenze zwischen dem Zustand des noch gestaltlosen Aethers und der Sternbildung zu schweben scheint (T. III. Fig. 3.) Hie und da zeigt sich ein Lichtkörper, welchen gleich unseren Kometen, auf seiner unbekannten Weltbahn ein langer Streif oder eine fächerförmige Lichtausbreitung begleitet.

Während in der Regel der mittlere Theil jener kreisrund oder elliptisch gestalteten Nebel der hellere, lichtstärkere ist, sich nach außen allmälig matter verlaufend, finden sich auch einige, welche in der Mitte eine dunkele Lichtleere zeigen, gleich kreis- oder ellipsenförmigen Lichtringen (T. III. Fig. 3, 5, 7 und 9). Es erinnert das an die wahrscheinlich ringförmige Gruppirung der Sterne in unserem Milchstraßensystem, aber zugleich an den Ring des Saturn und an den des Zodiakallichtes.

Der Ring des Saturn wird noch täuschender nachgeahmt durch einen Lichtnebel im Kopfe des nördlichen Jagdhundes (T. IV. Fig. 6). Dieser zeigt uns nicht nur zwei bereits von der Centralmasse abgesonderte Ringe, von denen vermuthlich der innere in einer etwas anderen Ebene liegt als der äußere und darum nur theilweise zur Erscheinung kommt, sondern auch einen Nachbarnebelballen, der, wie die Trabanten dem Saturn, dem Hauptnebelgebilde zur Seite steht. Die Wiederholung der Formverhältnisse auf einer ganz anderen Stufe des Maßstabes oder der Entwickelung ist hier wirklich sehr auffallend. Auch Fig. 5 (T. IV.) und Fig. 6 (T. III.) haben große Aehnlichkeit mit dem ringumgürteten Saturn, wenn man ihn gerade aus einem Standpunkt in der Ringebene sieht.

Mitten unter den anderen Nebelflecken und Sternenhaufen finden sich in einigen Gegenden Glanzwesen von ganz besonderer Natur; es sind das die sogenannten planetarischen Nebel (T. IV. Fig. 1, an der rechten Hand der Andromeda). Durch ein gutes Teleskop gesehen, wird man sie zunächst leicht für Planeten oder Kometen halten, bis man sich durch ihre unveränderliche Stellung überzeugt, daß diese Lichtkugeln zu den Gegenständen des fernen Firsternenhimmels gehören. Sie zeigen

sich dennoch als runde, scharf begrenzte, matt leuchtende Scheiben wie die Planeten, nicht als bloße Punkte wie die Fixsterne.

Wollte man auch annehmen, daß diese Riesenkörper, deren manche weit über eine Winkelminute im scheinbaren Durchmesser haben, verhältnißmäßig nahe jenseit der Grenzen unseres Sonnensystemes ständen, nicht weiter entfernt als die nächsten Fixsterne, so würde sich aus ihrem scheinbaren Durchmesser dennoch ein Umfang berechnen, der den unseres ganzen Sonnensystemes bis zur äußersten Neptunsbahn weit übertrifft. Wie groß müßten sie dann erst sein, wenn sie etwa mehr als um einen Milchstraßenhalbmesser entfernt wären?

Mit der Gestalt, wie mit dem inneren Wesen dieser sogenannten planetarischen Nebelflecken stehen allem Anscheine nach jene zuweilen rundlichen, öfters aber elliptisch langgezogenen Lichtnebelgebilde in naher Verwandtschaft, von denen häufig zwei oder mehrere so nahe an einander gefügt sind, daß man sie, ebenso wie die Doppelsterne, als zusammengehörige Systeme betrachten muß (T. IV. Fig. 3, in den Zwillingen, und T. III. Fig. 10). Sir John Herschel, der gleichsam von seiner Kindheit an im Sternenhimmel heimisch war, erkennt in den Doppelnebeln nur eine andere Form, eine andere Bildungsstufe der Doppelsterne an, in der sich aber in Beziehung auf gegenseitige Stellung, scheinbaren Abstand, verschiedene Grade der Helligkeit, alles das wiederholt, was uns die Beobachtung der Doppel- und Vielsterne vor Augen stellt. Derselbe Beweis, welcher für das physische (nicht blos optische) Vorhandensein der Doppelsterne aus der verhältnißmäßigen Seltenheit eines blos scheinbaren optischen Nahestehens geführt werden kann, gilt für diese Nebel in noch höherem Grade. So große, schwache, wenig in der Mitte verdichtete Nebel, wie z. B. im Sternbild der Jagdhunde vorkommen, sind einzeln viel zu selten, als daß ihre nahe Zusammenordnung eine blos zufällige sein könnte. Es sind überhaupt nur einzelne Striche und Regionen des Sternenhimmels, in denen Doppelnebel und vielfache vorzugsweise vorkommen. Eine solche Gegend ist z. B. die der Jungfrau. Ueberhaupt zählte John Herschel 146 Doppel-, 25 dreifache, 10 vierfache, 1 fünffachen, 2 sechsfache Nachbarnebel.

Rechnen Sie zu dieser Mannichfaltigkeit der Formen noch

jene merkwürdigen **Spiralnebel**, von welchen T. III. einige abgebildet wurden, so werden Sie anerkennen müssen, daß die Mannichfaltigkeit der Formen, welche uns das Teleskop in den Himmelsräumen aufschließt, ebenso überraschend ist als die, welche wir durchs Mikroskop im belebten Wassertropfen wahrnehmen; nur die Größenverschiedenheit ist eine unermeßliche.

An der Milchstraße, diesem ringförmigen Lichtstreif, erkannte man zuerst, und vermuthete es schon vor Erfindung der Fernröhre, daß sie durch eine Anhäufung von unzähligen Sternen gebildet werde. Durch künstliche Schärfung der Sehkraft wurden nach und nach immer mehr jener scheinbaren Lichtgewölke in Sternhaufen aufgelöst.

Unter den ganz oder theilweise aufgelösten Nebeln zeigen einige so eigenthümliche äußere und innere Formen, daß sie dadurch von ganz besonderer Wichtigkeit für die Beurtheilung werden.

Je mehr die Instrumente der Beobachtung sich vervollkommnet und unsere Sehkraft künstlich geschärft haben, um so mehr der früher homogen erscheinenden Lichtnebel sind, wie gesagt, aufgelöst, d. h. als Anhäufungen von Sternen erkannt, um so mehr sind freilich auch wieder neue, augenblicklich unlösbare Lichtnebel, entdeckt worden. Es ging damit wie mit den Untersuchungen durchs Mikroskop, ja wie mit den Fortschritten der Naturwissenschaft überhaupt: die alten Räthsel werden gelöst, aber sogleich zeigen sich neue. Der Horizont unserer Erkenntniß rückt stets weiter, aber es bleibt ein Horizont, der Unbegrenztes uns verbirgt. In diesem besonderen Falle ist jedoch das Neugefundene dem näher Erkannten zum Theil so analog, daß man wohl berechtigt ist, aus diesem auf jenes zu schließen. Als noch keiner jener matten Lichtnebel, die an bestimmten Stellen des Himmels wahrgenommen werden, durch Vergrößerung als eine Anhäufung von Sternen erkannt worden, war es ganz natürlich, sie alle für Bildungen besonderer Art zu halten, ganz abweichend von den anderen Himmelskörpern. Nachdem aber einmal einige vor dem raumdurchdringenden Fernrohre sich in Sternhaufen aufgelöst hatten, lag es wieder nahe, sie alle nur für solche Anhäufungen zu halten. So einfach blieb indessen die Analogie nicht; dieselbe stärkere Vergrößerung, welche einige

auflöste, zeigte nicht nur neue unauflösliche, vielleicht in größerer Ferne, sondern an anderen auch gewisse Eigenthümlichkeiten, welche auf bedeutende Verschiedenheit ihrer Natur schließen lassen. Verhältnißmäßig leicht erklärbar mögen die elliptischen Nebel oder die ringförmigen, auch allenfalls die Doppelnebel sein. Jene können linsenförmig gestaltet, und, von der scharfen Seite gesehen, uns deshalb elliptisch erscheinen, eine ringförmige Anhäufung der Sterne ist auch in unserem Milchstraßensystem durch manche Umstände angedeutet, und für die Doppelnebel haben wir mindestens eine Art von Analogie in den Doppelsternen kennen gelernt. Alle diese besonderen Formen können daher nicht hindern, auch die mattesten Lichtnebel einstweilen für Weltinseln zu halten, ungefähr entsprechend der, welcher unser Sonnensystem angehört, und deren entfernteste Grenzen vielleicht durch die Milchstraße angedeutet werden.

Was aber sollen wir zu den sogenannten planetarischen Nebeln sagen, sowie zu jenen, welche einen centralen Hauptstern zu umgeben scheinen, und was endlich zu denen, welche eine spiralförmige innere Structur zeigen? — Fänden sich diese Formen nur einmal am ganzen Himmel, so möchten sie allenfalls für zufällig, d. h. nur durch unseren augenblicklichen Standpunkt im Weltraum bedingt, gehalten werden, da sie sich aber mehrfach wiederholen, so ist eine solche Auslegung nicht zulässig.

Jene planetarischen Nebel bestehen, wie wir sahen, aus einer gleichmäßig erhellten Fläche mit scharfer Umgrenzung; diese Form der Erscheinung ist durchaus nicht zu erwarten von einem aus weiter Weltferne gesehenen Sternhaufen, sie ist auch nicht analog den bis jetzt aufgelösten Nebeln, und was am wichtigsten: noch keiner dieser planetarischen Nebel konnte bis jetzt in Einzelsterne aufgelöst werden. Diese Umstände sprechen dafür, daß sie eigenthümliche Bildungen sind, über deren wahre Natur aber noch gar nichts Näheres bekannt ist. Der Hypothese ist hier ein weiter, wenn auch unfruchtbarer Spielraum eröffnet.

Sind die Centralsterne, oder die gleichsam durch Lichtfäden mit ihnen verbundenen Begleitsterne mancher Nebel, ihnen wirklich zugehörig? oder stehen sie nur zufällig vor ihnen? Die öftere Wiederholung dieses Falles am Himmel, so wie jene

verbindenden Lichtfäden (Taf. III. Fig. 6.) sprechen für wahre Zugehörigkeit. Eine so immense Central- oder Begleitsonne ist zwar gegen die Analogie unseres Milchstraßensystemes, wenn wir die Nebel für ähnliche Weltinseln, wie sie, aber weit jenseit der unseren, halten sollen; aber einestheils schließt das die Möglichkeit keineswegs aus, und anderentheils kann man auf dem gegenwärtigen Standpunkte der Beobachtung durchaus nicht behaupten, daß deshalb jene Centralsterne außerordentlich viel größer sein müßten, als die meisten übrigen sichtbaren Fixsterne. Es sind mehrere Fälle denkbar, die das unnöthig machen. Sie können selbst wieder aus besonders dichten Anhäufungen von Einzelsternen bestehen, oder sie können als Centralkörper kleinerer Gruppen unserem Milchstraßensystem zugehörig, nicht außerhalb desselben und ihm entsprechend, nur von einer Vielzahl besonders kleiner Fixsterne umgeben sein. Seitdem man in unserem Sonnensystem die Gruppe der kleinen Planeten näher kennen gelernt hat, seitdem es wahrscheinlich geworden ist, daß die Sternschnuppen einer ringförmigen Zone von sehr kleinen Himmelskörpern angehören, und daß das Zodiakallicht von einer vielleicht ähnlichen Zone herrührt, liegt eine solche Deutung durchaus nicht außerhalb der Grenzen aller Analogie.

Die größte Schwierigkeit der Deutung bieten aber jedenfalls jene wunderbaren Spiralnebel und die radialstrahligen dar, deren Bau zuerst durch das Rosse'sche Teleskop erkannt wurde Taf. III. Fig. 1 und 2). Bestehen diese Nebel aus einzelnen Himmelskörpern, deren Vereinigung nur wegen großer Ferne als Lichtnebel erscheint, dann sollte man nach den überall im Weltraum gültigen Gesetzen der Bewegung vermuthen, daß diese Körper nicht ruhten, vielmehr wie in unserem Sonnen- und Milchstraßensystem, je nach Masse und Lage, eine unter sich ungleiche Bewegung hätten. Bewegten sie sich aber in solcher Weise, wie könnten sie dann durch ihre augenblickliche Stellung nicht nur einmal, sondern in mehreren Beispielen, die in gewissem Grade regelmäßige Form von Spirallinien hervorbringen? diese deutet jedenfalls eine ganz besondere Natur an. Irgend eine regelmäßige Form des inneren Baues, mit Ausnahme der concentrisch ringförmigen, würde nur bei einem in gewissem Grade festen System von Sternen denkbar sein. Das ganze

System mag sich bewegen, wie es will, ohne dadurch einen Einfluß auf jene innere Structur zu haben; denken wir uns aber alle Theile eines aus unzählbar vielen Himmelskörpern bestehenden Sternhaufens selbstständig bewegt, wie in den uns etwas näher bekannten Weltkörpersystemen, so ist eine dauernde regelmäßige Anordnung, welche andere als ringförmige Linien für den fernen Beschauer zur Erscheinung kommen lassen könnte, geradezu unmöglich, denn die Linien des einen Momentes müßten im nächsten schon gänzlich verschoben sein. Diese spiralförmigen wie die gleichsam in Lichtfäden ausstrahlenden Nebel (Taf. III. Fig. 3, 4, 6, 7, 8 und 10) sind insofern noch ganz ungelöste, aber höchst interessante Probleme.

Gar oft ist fälschlich versucht worden, das noch minder Erkannte zur Erklärung des mehr Erkannten zu benutzen. In dieser Weise hat man Nebel und Nebelsterne als entstehende Sterne gedeutet und somit durch sie die Entstehungsgeschichte der Weltkörper zu erläutern gesucht. Seitdem man aber erkannte, daß mindestens ein großer Theil der Lichtnebel in Wahrheit aus Anhäufungen von Sternen besteht, ist jene Deutung mehr und mehr in den Hintergrund getreten. Es hat sich immer entschiedener gezeigt, daß erst noch viel Genaueres über die Natur, (innere Bewegung) Aenderung und womöglich auch Entfernung dieser räthselhaften Erscheinungen des gestirnten Himmels bekannt sein muß, ehe es erlaubt sein wird, einigermaßen haltbare Vermuthungen darauf zu begründen. Bis dahin müssen wir die thatsächlichen Beobachtungen, die Ungleichheiten der Formen hinnehmen, wie sie sind, oder vielmehr wie sie erscheinen.

Siebenundvierzigster Brief.

Gruppen oder Systeme der Weltkörper.

„Von der Existenz dunkler planetarischee Körper, welche um andere Fixsterne kreisen, haben wir bisher keine directen Beweise. Die Schwäche des reflectirten Lichtes würde solche Planeten, die schon (lange vor Lambert) Keplee um jeden Fixstern vermuthete, hindern uns je sichtbar zu werden. Wenn der nächste Fixsteen, a Centauri, 226000 Erdweiten oder 7523 Neptunsweiten; ein sich sehe weit entfernender Komet, der von 1680, welchem man (freilich nach sehe unsicheren Fundamenten) einen Umlauf von 8800 Jahren zuschreibt, im Aphel 28 Neptunsweiten von unserem Sonnenkörper absteht: so ist die Entfernung des Fixsternes a Centauri noch 270 Mal größer als unser Sonnengebiet bis zum Aphel jenes fernsten Kometen. Wie sehen das reflectirte Licht des Neptun in 30 Erdweiten. Würden, in künftig zu construieenden mächtigeren Teleskopen, noch deei folgende, hinter einander stehende, Planeten erkannt, etwa in dee Ferne von 100 Erdweiten: so ist dies noch nicht der 8. Theil der Entfernung bis zum Aphel des genannten Kometen; noch nicht der 2200. Theil der Entfernung, in welcher wir das eeflectirte Licht eines etwa um a Centauri kreisenden Trabanten teleskopisch empfangen sollten. Ist abee überhaupt die Annahme von Fixsteen-Trabanten so unbedingt nothwendig? Wenn wir einen Blick werfen auf die niedeeen Particular-Systeme innerhald unseres großen Planetensystems; so finden wir, trotz der Analogien, welche die von vielen Teabanten umkreisten Planeten darbieten können, auch andere Planeten: Mercue, Venus, Mars, die gae keinen Trabanten haben. Abstrahiren wie von dem blos Möglichen und beschränken uns auf das wirklich Geforschte, so werden wie lebhaft von der Idee durchdrungen: daß das Sonnensystem, besondees in der großen Zusammensetzung, welche die letzten Jahrzehnte uns enthüllt haben, das reichste Bild gewährt von den, leicht zu erkennenden, unmittelbaren Beziehungen vieler Weltkörper zu einem einzigen.“ Kosmos S. 372.

Sie finden in dieser Stelle Zahlen, die nicht Jedem sogleich eine anschauliche Idee von der Größe der Unterschiede zu geben vermögen; lassen Sie mich darum versuchen jene Größen, welche durch die Zahlen ausgedrückt werden, mit einigen irdischen zu vergleichen. Sie kennen wohl das freundliche Städtchen Gotha im Herzen Deutschlands. Der größte Durchmesser dieses ziemlich abgerundeten Ortes mit all den lieblichen Gartenhäusern, die ihn umgeben, mag etwa 1/8 Meile betragen, wir werden wenigstens nicht sehr fehlen, wenn wir ihn so annehmen, und auf absolute Genauigkeit kommt es bei diesem Vergleich überhaupt nicht an. Gotha mag nun einmal unser ganzes Sonnensystem vertreten, so weit es bis jetzt bekannt ist, d. h. wir denken uns, daß sein äußerer Umfang den Umfang der Neptunsbahn darstelle; — in welcher Entfernung,

auf der Erdoberfläche gemessen, werden wir dann den nächsten Fixstern zu suchen haben? — 470 Meilen von Gotha entfernt, also etwa am asiatischen Abhang des Ural, oder bei Teheran in Persien, und dessen Planetensystem, wenn er überhaupt ein solches besitzt, würde dann auch höchstens etwa den Umfang von Ekaterinenburg oder Teheran erreichen. — Dazwischen kennen wir fast gar nichts, es ist für uns ein leerer Raum.

Hätte ich Berlin als Sonnensystem einsetzen wollen, dann würde, wegen seines großen Durchmessers, kein Ort auf unserer Erde weit genug entfernt sein, um die nächste Sonne zu vertreten. Wohl mag man fragen, wozu dieser ungeheure wüste Weltraum zwischen den Einzelsystemen? Wandeln in ihm keinerlei Himmelskörper auf vorgezeichneten Bahnen? — Jener Komet von 1680, dessen große Bahn nur sehr unsicher bestimmt ist, würde auf seinem Wege auch nicht viel von Gotha aus über Erfurt hinauskommen, und da würde er wohl sicher noch keinem Kometen von Teheran die Hand bieten können, wenn diese nicht etwa viel weiter wandern als er, und sehr unwahrscheinlich ist es, daß irgend einer der auf noch ganz unbekannten Wegen wandelnden Kometen unseres Systemes irgend eines der benachbarten Sonnensysteme durch jene einsamen Weltstrecken besuche. Also selbst für jene kleinen Vagabunden des Weltraumes erscheint der Zwischenraum ganz unnöthig groß.

Solche Fragen über den letzten Zweck der Dinge sind aber meist fruchtlos und unbeantwortbar; von einer Raumverschwendung kann überhaupt nicht die Rede sein, da der Raum endlos ist, mag sich unsere menschliche Vorstellung noch so sehr sträuben gegen unbedingte Schrankenlosigkeit; Grenzen des Raumes sind eben so wenig denkbar, als das Unbegrenzte sich deutlich vorstellen läßt, jede Grenze würde die Frage bedingen: was ist nun dahinter?

Verlangt man indeß im vorliegenden Falle durchaus einen Zweck, so läßt sich dieser weite Abstand allerdings als eine nothwendige Bedingung für die Selbstständigkeit des Sonnensystemes bezeichnen. Gegenwärtig gleichen sich die Attractionswirkungen der Fixsterne auf die Einzelkörper des Sonnensystemes durch ihre Ferne und Allseitigkeit gegenseitig ungefähr aus. Wären einige Fixsterne in viel geringerer Entfernung vorhan-

den, als es der Fall ist, so würden diese einen bedeutenden Einfluß auf die inneren Bewegungen des Systemes ausüben, sie würden die Bahnen der Planeten und Kometen bedeutend modificiren, die Selbstständigkeit des ganzen Systemes wesentlich beschränken, womit natürlich nicht behauptet werden soll, daß das nicht eben so gut ein denkbarer, oder daß es ein absolut unzweckmäßiger Zustand sein würde. Noch mehr aber müßte eine dichtere Sternvertheilung die großen Bahnen der Sonnen selbst verwickeln, die sie mit ihrem Gefolge zurücklegen.

Die andere Frage, welche in der vorstehenden Stelle berührt wird, ob nämlich auch die anderen Firsterne, ähnlich wie unsere Sonne, ihre Planetensysteme haben? ist, wie Sie sehen, eine eben so müssige, als die nach dem Nutzen des Raumes, oder nach seinen Grenzen.

Indessen bieten die Systeme von Doppelsternen und vielfachen, und namentlich die, in welchen einer der mächtig wirkenden Körper unsichtbar ist, denn doch gewisse nachweisbare Analogien, welche an die Einrichtungen unseres Sonnensystemes erinnern. Der Unterschied besteht in letzterem Falle, wo ein dunkler großer Weltkörper einen leuchtenden begleitet, in der That nur im Verhältniß gegenseitiger Größe.

Die Gesetze der Bewegung zeigen, wohin wir sie verfolgen mögen, keine Ausnahmen; auch gewisse Analogien der Verbindung von Himmelskörpern mögen sich vielfach wiederholen, aber dennoch sind der Mannichfaltigkeit des Speciellen in diesem wie in jedem anderen Gebiet der Natur keine Grenzen gesetzt, und jene allgemeinen Bewegungsgesetze sind geeignet, unter den verschiedenartigsten Modificationen zu wirken.

Wir sind deshalb durchaus nicht berechtigt aus den von unserem Weltstandpunkte aus uns zufällig bekannt gewordenen Formen und Verbindungen von Himmelskörpern auf die überhaupt bestehenden zu schließen. Die Formen und Verbindungen, die wir mehr oder minder wirklich kennen, sind folgende:

1) Die Umkreisung unserer Sonne von einer Anzahl im Vergleich zu ihr ungleich viel kleineren Himmelskörpern ohne deutliche eigne Leuchtkraft; diese zerfallen in
   a) große Planeten mit weiten Abständen,
   b) kleine Planeten, deren Bahnen eine Gruppe bilden,

c) problematische Körper, die zuweilen als Sternschnuppen oder Feuerkugeln von der Erde aus sichtbar werden, oder selbst als Meteorsteine auf sie niederfallen, und von denen ein Theil, ähnlich den kleinen Planeten, in kreisende Ringe zusammengedrängt zu sein scheint,
d) die noch zweifelhaftere Substanz, deren gleichsam planetarischer Ring (etwas ähnlich im Vergleich zur Sonne wie der Ring des Saturn zu diesem) vielleicht das Zodiakallicht veranlaßt,
e) Kometen, durch geringere, weniger dichte Masse, andere Bahngestalt, oft auch durch einen leuchtenden Schweif von den Planeten verschieden,
f) Monde, welche einige der Planeten und mit ihnen die Sonne umkreisen,
g) der Ring des Saturn;

2) die gegenseitige Umkreisung der Doppelsterne oder der mehrfachen;
3) die Gruppirung der uns deutlich erkennbaren Fixsterne zum Milchstraßensysteme (unserer Weltinsel) wahrscheinlich mit concentrischen Ringen stärkerer Anhäufung. Analog sind vielleicht die meisten der fernen abgerundeten elliptischen und zum Theil ringförmigen Lichtnebel oder Sternhaufen;
4) die planetarischen Nebel;
5) die Nebel mit Central= oder Begleitsternen;
6) die Doppelnebel;
7) die Spiralnebel;
8) die ganz unregelmäßigen Nebel.

Wie unbestimmt und wenig bekannt noch diese letzteren fünf Weltkörperverbindungsformen sind, habe ich Ihnen bereits im vorigen Briefe zu zeigen gesucht. Auf die Formen unsers Sonnensystems werden uns die später zu besprechenden Stellen des Kosmos vielfach zurückführen.

Aber wer vermag zu behaupten, damit sei der Reichthum, die Mannichfaltigkeit des Sternenhimmels erschöpft, wer könnte solche Behauptung jemals auf den augenblicklichen Zustand einer Wissenschaft gründen wollen? Ganz neue Ordnungen der räumlichen Vertheilung des Stoffes im Weltraume können sich zu-

künftiger Forschung eröffnen, wie in der That die Doppelsonnen und manche der berührten Nebelformen vor 100 Jahren noch durchaus unbekannt waren.

Achtundvierzigster Brief.

Uebersicht des Sonnensystemes.

> „Das Sonnengebiet umfaßt nach dem Zustand unserer Kenntnisse am Schluß des halben neunzehnten Jahrhunderts, und wenn man die Planeten nach Abständen von dem Centralkörper ordnet:
>
> 23 Hauptplaneten (Mercur, Venus, Erde, Mars; Flora, Victoria, Vesta, Iris, Metis, Hebe, Parthenope, Irene, Asträa, Egeria, Eunomia, Juno, Ceres, Pallas, Hygiea; Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun;
>
> 21—23 Trabanten (einen der Erde, 4 des Jupiter, 8 des Saturn, 6—8 des Uranus, 2 des Neptun);
>
> 197 Kometen, deren Bahn berechnet ist: darunter 5 innere, d. h. solche, deren Aphel von der äußersten Planetenbahn, der des Neptun, umschlossen ist; sodann mit vieler Wahrscheinlichkeit: den Ring des Thierkreislichtes, vielleicht zwischen der Venus- und Marsbahn liegend, und nach der Meinung vieler Beobachter: die Schwärme der Meteor-Asteroiden, welche die Erdbahn vorzugsweise in gewissen Punkten schneiden."
>
> Kosmos S. 376.

Die Ergänzung, welche in Folge neuer Entdeckungen am Schlusse des Bandes vom Verfasser des Kosmos bemerkt ist, habe ich mir erlaubt in diese Stelle einzurücken, zu der Sie mir hier nun einige Bemerkungen gestatten mögen. Seitdem hat aber Caspari in Neapel am 17. März abermals einen neuen Planeten entdeckt.

Es ist verhältnißmäßig nur eine sehr kleine Zahl von Himmelskörpern, welche wir als unser Sonnensystem aus der unermeßlichen Sternenwelt ausscheiden, weil sie ein in sich, in gewissem Grade, abgeschlossenes System bilden.

Lassen Sie uns zunächst einen flüchtigen Blick auf die allgemeinsten Eigenthümlichkeiten eines solchen Systemes werfen. Unser Sonnensystem ist eine Gruppe von Weltkörpern, die einen materiell übermächtigen, allseitig Licht und Wärme ausstrahlenden Centralkörper — die Sonne — umkreist, in vorherrschend elliptischen Bahnen, deren Richtung fast bei allen einzelnen über-

einstimmt, und deren Lage sich einer mittieren Ebene nähert, der Art, daß die Summe dieser Bahnen, als feste Reifen gedacht, einen sehr platten scheibenförmigen Raum einnehmen würde. Alle diese Bahnen sind in gewissem Grade von einander abhängig, und während die Bewegungen der Hauptglieder des ganzen Systemes, im Großen betrachtet, nur von der Sonne abhängig zu sein scheinen, zeigt sich bei genauerer Untersuchung eine überall und durchaus gegenseitige Einwirkung, der Art, daß kein Glied des ganzen Systemes irgend eine Bewegung machen kann, ohne dadurch in gewissem, freilich sehr verschiedenem Grade auf alle anderen einzuwirken. Dadurch entsteht neben der einfachen Grundform der Hauptbewegungen eine sehr große Mannichfaltigkeit kleiner, meist periodischer und oft sehr complicirter Abweichungen von dieser Grundform.

Ueber diese gegenseitige Abhängigkeit der Theile eines Systemes spricht sich Sir J. Herschel in folgender Weise aus:

„Wenn irgend ein Theil eines Systemes, dessen Glieder materiell oder durch wechselseitige Attraction verbunden sind, durch irgend eine beständige Einwirkung, welche entweder in der Constitution des Systemes beruht, oder außerhalb desselben ihren Ursprung hat, in den Zustand einer regelmäßigen periodischen Bewegung versetzt wird, so pflanzt sich diese Bewegung als Wirkung durch das ganze System fort, und wird jedes Glied desselben in eine gleichmäßige periodische Bewegung versetzen, entsprechend derjenigen, welche die Ursache bildet; doch ist es nicht nöthig, daß die Maxima und Minima dieser Bewegungen alle der Zeit nach zusammenfallen. Das System kann dabei günstig oder ungünstig für eine solche Uebertragung der periodischen Bewegungen constituirt sein, oder günstig in einigen Theilen und ungünstig in anderen; und je nachdem das Eine oder das Andere der Fall ist, wird die abgeleitete Bewegung ihrer Größe nach wahrnehmbar oder unwahrnehmbar, und im ersteren Falle vielleicht sogar deutlicher in ihren Wirkungen als in ihrer Ursache sein."

Sonne, Mond und Sterne war die erste und älteste unterscheidende Bezeichnung für die Weltkörper, die man von der Erde aus am Himmel glänzen sieht. Lediglich die Größe und Lichtstärke ihrer Erscheinung veranlaßte zu dieser Unterschei-

bung, und es war ganz natürlich, daß man zunächst alle die leuchtenden Punkte, die Sterne, welche außer der Sonne und dem Monde am Himmel sichtbar sind, für unter sich gleichartig hielt. Die ungleiche eigene Bewegung, unabhängig von dem angenommenen allgemeinen Umschwung des Himmels, welche man an einigen Sternen wie an Sonne und Mond beobachtete, veranlaßte später diese als Planeten von den Fixsternen zu unterscheiden, deren gegenseitige Stellung sich nicht merkbar verändert. Aber die unterscheidende Erkenntniß der Himmelskörper erweiterte sich fort und fort. Zu den Fixsternen und Planeten kamen die Kometen oder Haarsterne, und weit später, zum Theil erst in allerneuester Zeit, die Monde der Planeten jenseit der Erdbahn, die Schwärme der Meteor-Asteroiden und der Ring des Thierkreislichtes. Die uns nächste Gruppe von Himmelskörpern ward immer bestimmter von den weit entfernten gesondert, das Sonnensystem als etwas Selbstständiges aus dem zahllosen Heer der übrigen Gestirne ausgeschieden, bis man endlich erkannte, daß sein Centralkörper ungefähr auf gleicher Rangstufe stehe mit allen übrigen Fixsternen.

Das ist der naturgemäße Verlauf alles Erkennens durch Beobachtung; wie sehr aber die bloße Beobachtung täuschen könne, wie vieldeutig sie oft ist, wie wenig sie für sich allein ohne sorgfältige Kritik und Theorie geeignet ist, eine richtige Kenntniß von der wahren Natur der Dinge hervorzurufen, davon giebt uns die vorcopernicanische Lehre vom Sonnensystem ein treffliches Beispiel. Die Periodicität in den Bewegungen der Planeten, ihre veränderlichen Stellungen zur Sonne waren hinreichend genau bekannt, um die Wiederkehr der meisten Erscheinungen in diesem Gebiet vorher zu bestimmen, und dennoch hielt man die Erde für den Mittelpunkt der Welt, um den sich Alles drehe; selbst die übermächtige Sonne mußte sich nach jener Annahme dazu bequemen, auf einem ungeheueren Wege die Erde täglich zu umkreisen. Was lag aber auch näher als diese Vermuthung, da man die Sonne, den Mond und die Sterne täglich diesen Weg um die Erde wirklich zurücklegen sah, um die Erde, die, wie ja Jeder fühlen konnte, stets ganz ruhig auf ihrer Stelle blieb. Gegen so handgreifliche, von der täglichen Erfahrung gebotene Beweise anzukämpfen war keine Kleinigkeit,

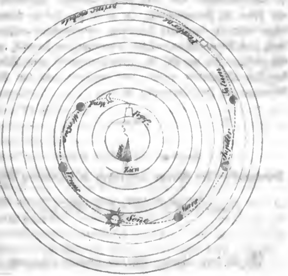
um so mehr, da in dieser Weltstellung der Erde eine Art Bevorzugung ihrer Bewohner, ihrer menschlichen Beherrscher zu liegen schien. Als man dem König der Sandwich-Inseln Liho-Liho begreiflich machen wollte, daß die Erde rund sei und sich umdrehe, antwortete er: „das lasse ich mir nicht sagen, so lange ich dort die Insel Laina jeden Morgen auf derselben Stelle liegen sehe.“ Der einsame Despot hielt sich natürlich für den Mittelpunkt jeder Bewegung, und wenn sich die Erde umdrehte, so konnte sie sich nach seiner Meinung natürlich nur um seinen Standpunkt drehen. In dieser Weise haben Menschen von je her gedacht, oder wenigstens eine große Neigung dazu gehabt so zu denken. Eine durchaus künstliche Theorie suchte es möglich zu machen, alle bis dahin beobachteten Erscheinungen, trotz der völlig irrthümlichen Grundlage des ganzen Systems, zu erklären; die wahren Abstände der einzelnen Körper kannte man nicht und konnte sie nicht kennen, eben wegen des Irrthums über die Art ihrer Bewegung, man kannte nur die scheinbare Form ihrer Wege, die scheinbaren Verzögerungen oder Beschleunigungen ihrer Bewegung im Vergleich zu den in ihrer gegenseitigen Stellung unveränderlichen Firsternen. Auch die Lichtphasen der unteren Planeten waren noch nicht bekannt, ebenso wenig, als die Verfinsterungen in den Mondsystemen des Jupiter und Saturn. Was jetzt streng logisch erwiesen ist, die Rotation und die Bahnbewegung der Erde, war damals nach allem Augenschein im höchsten Grade unwahrscheinlich, es gehörte die Geistesschärfe eines Copernicus und Gallilei dazu, um den Irrthum zu finden. In der That es ist dies eins der schlagendsten Beispiele dafür, wie wenig auf den ersten Augenschein zu geben ist, wie wichtig es ist, alle beobachteten Erscheinungen in gegenseitige logische Verbindung zu bringen und erst nachdem dies befriedigend gelungen, den Gegenstand für wirklich erkannt zu halten. Ich muß Sie hier an ein ähnliches Beispiel aus einer anderen Naturwissenschaft erinnern.

Man hatte unzählige Male beobachtet, daß ihrer ganzen Natur nach deutlich vom Meere abgelagerte, Muscheln enthaltende Gesteinsschichten sich in verschiedenen Höhen über dem gegenwärtigen Meeresspiegel auf dem Festlande vorfinden, was war nun da natürlicher als vorauszusetzen, daß das Meer einst

überall viel höher gestanden, daß es überhaupt mehr Wasser auf der Erde gegeben habe? — und doch hat auch in diesem Falle eine genauere Untersuchung aller Umstände, sowie die Berücksichtigung der gegenwärtigen Vorgänge gezeigt, daß es keinesweges so geschehen sein kann, daß in den meisten dieser Fälle nicht das Niveau des Meeresspiegels, sondern das des festen Landes sich verändert hat, daß dieses gehoben ist, und selbst da, wo man wirklich eine allgemeine Aenderung im Niveau des Wasserspiegels anzunehmen hat, ist diese erst bedingt worden durch vielleicht weit entfernt liegende Hebungen und Senkungen des Meerbodens, es war kein ursprüngliches Steigen oder Sinken des Meeres. Man kann wohl behaupten, der bloße Augenschein ist stets trügerisch, so lange die dadurch bedingten vermeintlichen Wahrheiten nicht vollständig unter sich und mit allem bereits Erkannten harmoniren — sich als naturgesetzlich richtig erweisen.

Es ist wohl nicht unintereſſant, mit der erkannten Anordnung und Bewegung der Körper unseres Sonnensystems die Ansichten zu vergleichen, welche vor Copernicus darüber die herrschenden waren, obwohl Aristarch von Samos schon eine viel richtigere Ansicht von der Sache ausgesprochen hat, die aber keine Anerkennung fand. Oberste Grundsätze jener vorcopernicanischen Ansichten waren: Die Erde ist Mittelpunkt der Welt und um dieselbe bewegen sich alle anderen Himmelskörper in Kreisen. In ein eigentliches System brachte die Himmelserscheinungen zuerst Ptolemäus in seiner *μεγάλη σύνταξις*, welches Werk gewöhnlicher unter dem arabischen Titel Almagest bekannt ist. Nach Ptolemäus steht die Erde in dem Mittelpunkte von 11 concentrischen Kreisen oder Sphären (Hohlkugeln) still, und die Planeten bewegen sich in der Peripherie dieser Kreise so, daß in dem ersten, kleinsten oder der Erde nächsten Kreise der Mond einher geht, während in den sechs folgenden immer weiteren Kreisen sich Mercur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter und Saturn bewegen. Weitere kannte man noch nicht. Ueber dem Kreise Saturns, der die siebente Sphäre bildet, nahm er eine achte an, in welcher alle Firsterne sich bewegen sollten. Eine neunte und zehnte brauchte er, um die Phänomene der Präcession zu erklären, und eine elfte endlich, die unter dem Namen des primum mobile

alle anderen umschloß, hatte die Bestimmung, alle 10 inneren Sphären, in welchen jeder der genannten 7 Himmelskörper vermöge seiner ihm eigenthümlichen jährlichen Bewegung gen Ost ging, gemeinschaftlich jeden Tag von Ost nach West um die ruhende Erde zu bewegen. Diesem Impulse folgt nach ihm also auch die vierte Sphäre mit der Sonne und dadurch entsteht Tag und Nacht. Um aber zugleich den Wechsel der Jahreszeiten in beiden Erdhälften nicht unerklärt zu lassen, war es nöthig der Sonne innerhalb ihrer Sphäre noch eine eigenthümliche schraubenförmige Bewegung von jährlicher Periode zuzuerkennen.



Schon den ägyptischen Astronomen bald nach Ptolemäus fiel es aber auf, daß man Mercur und Venus nie der Sonne gegenüber (in Opposition mit derselben, d. h. auf der eigentlichen Nachtseite der Erde) sieht, sie suchten daher das System so abzuändern, daß sie den Mond, die Sonne, Mars, Jupiter und Saturn in immer größeren Kreisen, als zuvor, um die in dem gemeinschaftlichen Mittelpunkte ruhende Erde einher gehen ließen, die beiden unteren Planeten aber in anderen kleineren Kreisen, deren Mittelpunkt die Sonne ist, um diese bewegten. Auf diese

Weise entstand das sogenannte ägyptische System, in welchem die Sonne der Mittelpunkt der Bewegung für Mercur und Venus ist, diese aber mit allen anderen Planeten sich um die Erde bewegt.

Auch Italiens großer Dichter Dante hat sich in seiner göttlichen Komödie viel mit astronomischen Problemen beschäftigt und zugleich der Hölle wie dem Fegefeuer ihre bestimmten Stellen im Erdensystem angewiesen. Im Allgemeinen folgte er den Ansichten des Ptolemäus. Er dachte sich die Erde im Mittelpunkte der Welt, umkreist von Mond, Mercur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter und Saturn. Darauf folgt nach ihm der Fixsternhimmel und das primo mobile. Zwischen Mond und Erde ein Feuerhimmel. J. K. Bähr hat zu seinen Vorträgen über die berühmte Dichtung die vorstehend copirte Zeichnung von diesen astronomischen Vorstellungen Dante's geliefert, auf welcher Sie zugleich die trichterförnig bis zum Mittelpunkt der Erde eingebohrte Hölle, das Fegefeuer und den Weg von diesem in die Hölle bemerken werden.

Neunundvierzigster Brief.

Durchmesser der Sonne verglichen mit anderen Größen.

„Der wahre Durchmesser der Sonne ist 192,700 geogr. Meilen, oder mehr denn 112 mal größer, als der Durchmesser der Erde."

Kosmos S. 380.

Es ist stets schwer, sich eine deutliche Idee von Größen zu machen, die alles gewohnte, alles übersichtliche Maß bei weitem übertreffen; selbst die bezeichnende Bemerkung, daß die Bahn des Mondes um die Erde Raum genug in dem Körper der Sonne finde, wird nicht genügen, um eine solche Vorstellung recht lebendig zu machen. — Lassen Sie mich deshalb auch hier wieder einen geographischen Vergleich versuchen.

Denken wir uns, daß Dresden mit dem Durchmesser von etwa einer halben Meile die Erde darstelle, oder vielmehr einen Durchschnitt derselben, wo wird dann der Umfang des Sonnenkörpers hinfallen, wenn wir uns denselben um den Mittelpunkt

Dresdens auf eine Landkarte gezeichnet denken? — Noch mehrere Meilen jenseit Berlin, Liegnitz, Pilsen und Weimar. Ich hoffe, daß sich ein solcher Vergleich lebhafter einprägt als bloße Zahlenwerthe, so wenig genau er auch sein mag. Ist es nun bei solchem gegenseitigen Verhältniß, einer einzelnen Stadt gegen ein Land, mehr als viermal so groß wie das Königreich Sachsen, zu verwundern, wenn der Gravitationseinfluß der Erde gegen die Sonne verschwindend klein ist, verglichen mit dem, welchen die Sonne auf die Erde ausübt, obwohl ihre Dichtigkeit im Ganzen nur ungefähr $^1/_4$ so groß ist, wie die der Erde? Ist es, wenn man einmal die Gesetze der Schwere kennt, noch zu verwundern, daß der Schwerpunkt der Sonne durch die Stellung der Erde nur um ein Minimum verrückt wird, während umgekehrt der der Erde die Sonne stets in weiten Bogen umkreisen muß? Freilich gehört zur Beurtheilung dieser letzteren Umstände außer der Kenntniß des Volumens auch noch die der specifischen Schwere oder Dichtigkeit, die ich im nächsten Brief weiter besprechen werde. Denn wäre der Sonnenkörper nur ein Gasball von äußerst geringer Dichtigkeit, so würde es bei einem gewissen Grade der Dünne oder Leichtigkeit seiner Substanz möglich, daß die gegenseitige Wirkung beider Körper trotz ihrer außerordentlichen Größenverschiedenheit ungefähr im Gleichgewicht stände, und dann würden sich Sonne und Erde wie gleich massenhafte Doppelsterne gegenseitig umkreisen, d. h. sie würden sich beide ungefähr um den Mittelpunkt ihres Abstandes von einander schwingen, insofern nicht Aenderungen dieser einfachen Bewegungsform durch andere Himmelskörper bedingt würden. Es würde das ein ähnlicher Fall sein, als wenn etwa eine Platinkugel und eine Kugel von Sonnenblumenmark, beide von gleichem absoluten Gewicht und folglich sehr ungleich groß, an beiden Enden eines Drahtes befestigt sich um einander schwingend in die Luft geschleudert werden.

Ich bin in dieser Auseinandersetzung absichtlich etwas breit geworden und habe es nicht gescheut mich zu wiederholen, weil ich wohl weiß, daß es Ihnen, der in solchen Betrachtungen ungeübt ist, nicht ganz leicht wird, sich in dieselben vollständig hinein zu denken. Die Gesetze der Bewegung der Himmelskörper in ihrer Abhängigkeit von der eignen Masse recht deut-

lich zu erkennen, halte ich aber für ganz besonders wichtig. Erst mit ihrer Hülfe wird es möglich, sich eine klare Vorstellung von dem Organismus des Sonnensystems zu machen. Es lassen sich aber diese Gesetze in ihrem Wesen recht wohl begreifen, ohne daß man befähigt ist, ein einziges ihrer Resultate wirklich zu berechnen. Die allgemeine Kenntniß und die specielle Anwendung dieser Gesetze sind sehr verschiedene Dinge. Ich bekenne Ihnen unverholen, daß ich meinestheils niemals eine solche Berechnung ausgeführt habe, was mich aber nicht hindert, die Natur der Sache hinreichend zu erkennen. In demselben Falle, — so setze ich voraus — befinden auch Sie sich, und es wird dasselbe gelten für die meisten Punkte, die in diesen Briefen besprochen werden. Es läßt sich, so meine ich, eine richtige Einsicht in das Wesen der allgemeinen Naturgesetze erlangen, auch ohne daß man sie speciell der rechnenden Anwendung zu unterwerfen vermag. Doch trägt jedenfalls das genaue Vertrautsein mit irgend einem Zweige der mathematischen Naturwissenschaften sehr wesentlich zum leichteren und vollständigeren Verständniß aller übrigen bei.

Funfzigster Brief.

Die Masse der Sonne.

„Die Sonnenmasse ist nach Encke's Berechnung der Pendelformel von Sabine das 359,551fache der Erdmasse oder 355,499fache von Erde und Mond zusammen; demnach ist die Dichtigkeit der Sonne ohngefähr 1/4 (genauer 0,252) der Dichtigkeit der Erde." Kosmos S. 381.

Die Masse des festen Erdkörpers ist, wie Sie sich aus dem vierzehnten Briefe des ersten Bandes erinnern werden, in ihrer Totalität fünfundeinhalb Mal so dicht, oder specifisch schwer, als reines Wasser; da nun die Sonnenmasse nur etwa 1/4 so dicht ist, so ergiebt sich daraus, daß sie die Dichtigkeit (specifische Schwere) des Wassers nicht viel übertrifft; wir könnten ihre Dichtigkeit etwa mit der der Steinkohle, höchstens des Elfenbeines vergleichen. In dieser ohnehin nur ganz ungefäh-

ren Bestimmung und Vergleichung ist aber ein Fehler der Rechnung ganz unberücksichtigt gelassen. Die allgemeine mittlere Dichtigkeit des Erdkörpers ist ohne Rücksicht auf ihre Atmosphäre bestimmt worden, da deren Dicke zu wenig bekannt ist; bei der Sonne ist dagegen der äußere Durchmesser der Photosphäre in Ansatz gebracht, obwohl man aus mehreren Gründen, wie wir im einunddreißigsten Brief gesehen haben, für sehr wahrscheinlich hält, daß diese den eigentlich dunkeln festen Kern in ziemlicher Entfernung umgebe. Daraus ergiebt sich, daß die Dichtigkeit jenes, vielleicht viel kleineren festen Kerns, für sich allein wahrscheinlich viel größer sein wird, als ¼ der Erddichte. Wie viel größer läßt sich indessen gar nicht bestimmen, eben weil der Abstand der Photosphäre vom dichten Kern, und also der Durchmesser des letzteren, ebenso unbekannt ist, als die Dichtigkeit der Photosphäre für sich allein. Beides aber wäre zu wissen nöthig, wenn man die Dichte des Kerns bestimmen wollte.

Sie fragen hier, wie kann man überhaupt die Dichtigkeit eines so fernen Weltkörpers bestimmen, von dem doch nicht das geringste materielle Theilchen in unsere Hände kommt? Diese Bestimmung erfolgt eben aus den Resultaten der gegenseitigen Anziehung, verglichen mit dem aus scheinbarem Durchmesser und Entfernung berechneten Volumen. Wenn zwei gleich große Körper einander gleich stark anziehen, was sich z. B. dadurch zu erkennen geben kann, daß sie beide den Mittelpunkt ihres Abstandes umkreisen, so besitzen sie auch eine gleiche Dichtigkeit; wenn aber der eine von zwei gleich großen Körpern den anderen stärker anzieht und dadurch den gemeinsamen Schwerpunkt sich selbst näher rückt, so ist er auch jedenfalls dichter — specifisch schwerer, und aus dem Verhältniß von Größe und Anziehung läßt sich in dieser Weise die Dichte (die Masse) eines nicht unmittelbar zugänglichen Himmelskörpers berechnen, wenn nur die Dichte des damit in Beziehung kommenden anderen Körpers — in unserem Fall der Erde — bekannt ist. Dadurch erfährt man aber allerdings noch gar nichts über die Art des Aggregatzustandes; dieser kann eben so gut flüssig als fest oder gasförmig sein; es kann ferner die ganze Masse überall dieselbe Dichtigkeit besitzen, oder in den einzelnen Theilen von sehr ungleicher Dichte und

Beschaffenheit sein, wie das bei unserer Erde einigermaßen wirklich der Fall ist.

Läßt sich aber auch die Dichtigkeit des inneren, wahrscheinlich festen Sonnenkernes durchaus nicht näher bestimmen, so geht doch aus der geringen Dichte des Gesammtkörpers mit Einschluß der Lichthülle schon so viel als sehr wahrscheinlich hervor, daß jener Kern nicht so dicht sein wird, als der feste Erdkörper in seiner Totalität. Es steht das freilich im Widerspruch mit jener Vermuthung einiger sogenannten Naturphilosophen, nach welcher die Dichtigkeit der Körper unseres Sonnensystemes vom Centrum nach der Peripherie eine abnehmende sein soll, dieses vermeintliche Gesetz ist aber, wie wir bald sehen werden, ohnehin nicht begründet, und nur aus unvollkommen erkannten Thatsachen voreilig abgeleitet worden.

Einundfunfzigster Brief.

Wirkung der Sonnenflecken.

„Die Vermuthungen, zu denen die neuere Astronomie allmälig über die physische Beschaffenheit der Oberfläche der Sonne gelangt ist, gründen sich auf lange und sorgfältige Beobachtungen der Veränderungen, welche in der selbstleuchtenden Scheibe vorgehen. Die Reihenfolge und der Zusammenhang dieser Veränderungen (der Entstehung der Sonnenflecken, des Verhältnisses der Kernflecke von tiefer Schwärze zu den sie umgebenden aschgrauen Höfen oder Penumbren) hat auf die Annahme geleitet: daß der Sonnenkörper selbst fast ganz dunkel, aber in einer großen Entfernung von einer Lichthülle umgeben sei; daß in der Lichthülle durch Strömungen von unten nach oben trichterförmige Oeffnungen entstehen, und daß der schwarze Kern der Flecken ein Theil des dunklen Sonnenkörpers selbst sei, welcher durch jene Oeffnung sichtbar werde. Um diese Erklärung, die wir hier nur vorläufig in größter Allgemeinheit geben, für das Einzelne der Erscheinungen auf der Sonnen-Oberfläche befriedigender zu machen, werden in dem gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft drei Umhüllungen der dunklen Sonnenkugel angenommen: zunächst eine innere, wolkenartige Dunsthülle; darüber die Lichthülle (Photosphäre); und über dieser (wie besonders die Sonnenfinsterniß vom 8. Juli 1842 erwiesen zu haben scheint) eine äußere Wolkenhülle, dunkel oder doch nur wenig erleuchtet.“ Kosmos S. 381.

Im einunddreißigsten Briefe habe ich Ihnen von der Natur der Sonnenoberfläche und der Wahrscheinlichkeit mehrfacher Umhüllung eines festen Sonnenkernes schon so viel erzählt, daß

darüber hier weiter nichts zu sagen bleibt. Wohl aber veranlassen die S. 387 des Kosmos an diesen Sonnenbau angeknüpften Bemerkungen über den möglichen Einfluß der Sonnenflecken auf das Wetter zu weiteren Betrachtungen.

Es ist, wie Sie sehen, die Frage aufgeworfen worden, ob die Sonnenflecken einen Einfluß auf die Wärmestrahlung, und in Folge davon auf unsere irdischen Witterungsverhältnisse haben, und welcher Art diese sei? mit anderen Worten also, ob die Witterungsverhältnisse der leuchtenden Sonnenatmosphäre sich einigermaßen in denen der Erde abspiegeln, indem sie ungleich auf dieselben einwirken? ob die Erde, als ein treuer Vasall der Sonne, die Heiterkeit ihres eigenen Angesichtes mit der Schnelligkeit des Lichtstrahles nach der ihres mächtigen Herrschers richtet?

Diese interessante Frage kann nur durch sehr ausdauernde und genaue vergleichende Beobachtungen entschieden werden; es gehört dazu, daß man nicht nur die wechselnden Zustände der Sonnenoberfläche während einer längeren Periode genau kenne, sondern auch die Summe der Witterungsverhältnisse auf dem ganzen Erdkörper, nicht nur in einem Land, in einem Welttheil, oder in einer Hemisphäre. — Nun ist aber gerade dieser letztere Umstand mit außerordentlichen Schwierigkeiten verbunden und bei dem gegenwärtigen Standpunkte der Meteorologie noch nicht mit hinreichender Schärfe zu ermitteln, um so kleine Einwirkungen darin sicher zu erkennen, wie sie von den Sonnenflecken zu erwarten sind. Auch ist wohl zu bedenken, daß Licht und Wärme nicht identisch sind, daß also durch eine Verminderung der Leuchtkraft der Sonne noch nicht nothwendig auch ihre Wärmestrahlung vermindert wird. Ja es ist sogar eine Verminderung der Leuchtkraft durch jene Sonnenflecken noch nicht unzweifelhaft nachgewiesen; ein Theil des Verlustes an leuchtender Oberfläche durch die Flecken scheint mindestens ausgeglichen zu werden durch gewöhnlich gleichzeitige Vermehrung der Sonnenfackeln oder überhaupt der Lichtintensität neben den Flecken. Es kommt dazu noch, daß die Intensität des Lichtes sich weit schwerer genau messen läßt als die der Wärme.

Von ganz besonderer Wichtigkeit für unsere Frage ist es natürlich, die vermuthete Periodicität in der Wiederkehr der

Sonnenflecken festzustellen, da eine regelmäßige Periodicität sich am leichtesten auch in den irdischen Witterungsverhältnissen wieder erkennen lassen würde. Hören sie zunächst, was darüber, so wie über die Natur der Sonnenflecken überhaupt, ein sehr eifriger Beobachter, Herr R. Wolf in Bern, sagt: „Während in den Jahren 1848 und 1849 die Sonne bei jeder Beobachtung Flecken zeigte und zwar meist in sehr bedeutender Anzahl, — während nahe dasselbe Verhältniß noch in der ersten Hälfte des Jahres 1850 eingehalten wurde, so zeigte dagegen die Sonne in der zweiten Hälfte von 1850 an 9 Beobachtungstagen keine Flecken, und zwar an 3 derselben mit voller Bestimmtheit, nämlich am 23. und 25. Juli und am 6. November, wo die helle Sonne auch dem größeren Fernrohr rein erschien. Am auffallendsten war überhaupt die Fleckenarmuth der Sonne in dem letzten Drittheil des Juli. Schon am 21. und 22. Juli zeigte die Sonne nur noch eine kleine Fleckengruppe; am 23. war bei ganz heller Sonne nur eine Gruppe von Schuppen sichtbar, bei deren einer es zweifelhaft blieb, ob sie ein kurz vorher bestandenes Fleckchen bedecke oder ein im Entstehen begriffenes berge; am 24. war die Sonne nicht ganz hell, doch konnte ich mich ziemlich versichern, daß auf der sichtbaren Sonnenfläche kein Fleckchen, und ungewöhnlich wenige Schuppen und Fackeln vorhanden waren; am 25. war die Sonne ganz rein; am 26. existirte wenigstens kein größerer Flecken, und noch am 27. und 28. Juli war nur ein armseliges Grüppchen von 3 kleinen Fleckchen zu sehen; auch am 29., wo ich die Sonne durch etwas dichten Nebel sah, war noch kein größerer Flecken da.

Am 18. August zeigte ein nahe am Sonnenrande stehender größerer Flecken wieder einmal einen so recht muldenförmigen vertieften Halbschatten. Am 31. August stand von 6 Gruppen mit 22 Flecken nur eine aus einem einzelnen Flecke bestehende Gruppe, in der nördlichen Fleckenzone, und diese schien überhaupt während längerer Zeit fleckenarmer als die südliche zu sein.

Im ersten Drittheil des Septembers zeigte sich die Sonne ungemein porös.

Vom 13. auf den 14. December ging in einer Gruppe eine außerordentliche Zertheilung vor, — darum ein plötzlicher Sprung von 27 auf 40 Flecken bei Verminderung der Gruppenzahl von 5 auf 4.

Meine bisherigen Beobachtungen der Sonnenflecken lassen mich dringend wünschen, es möchte ein mit dazu geeigneten Instrumenten versehener Astronom untersuchen, ob die größeren Flecken und Gruppen nicht nur in derselben Sonnenzone erscheinen, sondern ob gewisse Punkte dieser Zonen vorzugsweise die Fleckenbildung begünstigen.

In Beziehung auf die Natur der Sonnenflecken wiederhole ich die schon im vorigen Sommer in der Versammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Aarau ausgesprochene Ansicht, daß die sämmtlichen bis jetzt aufgestellten Hypothesen über die Entstehung derselben sich nicht halten werden, — daß auch gegenwärtig noch zu wenige eigentliche Beobachtungsreihen zu diesem Zwecke vorliegen, — daß aber meines Dafürhaltens manche Erscheinung für ein Bilden von Innen heraus spricht, gewissermaßen wie wenn aus dem Innern heraus Gase an die Oberfläche dringen und da Blasen bilden würden, welche dann bei hinlänglichem Anschwellen platzen.

Stelle ich meine Sonnenfleckenbeobachtungen von 1849 und 1850 (die von 1848 machte ich leider noch nicht nach demselben Systeme) in der Weise zusammen, daß ich für jeden Tag, an dem ich bei reiner Sonne und mit dem größeren Fernrohre beobachten konnte, die erhaltene Gruppenzahl um $^1/_{10}$ der entsprechenden Fleckenzahl vermehre und aus diesen Zahlen die jedem Monat zugehörende Mittelzahl suche, so erhalte ich folgende Uebersicht des Fleckenstandes in diesen zwei Jahren:

1849.	Januar	17	41	129 : 12 = 10,8.
	Februar	14		
	März	10		
	April	11	31	
	Mai	10		
	Juni	10		
	Juli	9	26	
	August	7		
	September	10		
	October	9	31	
	November	12		
	December	10		

1850.	Januar	10		
	Februar	10	29	
	März	9		
	April	4		
	Mai	5	20	
	Juni	11		89 : 12 = 7,4.
	Juli	5		
	August	7	21	
	September . .	9		
	October	9		
	November . . .	5	19	
	December . . .	5		

Es scheint aus dieser Uebersicht eine allmälige Verminderung der Sonnenflecken mit ziemlicher Sicherheit zu folgen, — eine Verminderung, welche mit den Ansichten des unermüdeten Herrn Hofrath Schwabe ganz zusammenstimmt. Er spricht sich nämlich in einem am 31. December 1848 an Herrn Conferenzrath Schumacher gerichteten Schreiben folgendermaßen aus: „Wenn nun, nach meinen nunmehr 23jährigen Sonnenbeobachtungen, eine Periode der Flecken von 10 Jahren sich fortdauernd bewähren sollte, so würde von 1849 an eine Verminderung von 5jähriger Dauer und darauf wieder eine Vermehrung derselben bis zum Jahre 1858 eintreten.""

Da die Sonne sich um ihre Axe dreht, so wird natürlich auch dadurch eine regelmäßige Periodicität der uns sichtbaren Sonnenflecken bedingt, unabhängig von den größeren Perioden, in welchen sie entstehen und vergehen, sich vermehren oder vermindern. Mit der Bestimmung dieser Periode, aus welcher allein die Umdrehungszeit des Sonnenkörpers resultiren kann, sowie mit den Einwirkungen derselben auf die irdischen Witterungsverhältnisse, hat sich neuerlich ganz besonders Dr. Buijs Ballot in Utrecht beschäftigt. Hier zeigt sich schon ein ziemlich genaues Zusammentreffen. — Aus einer 20jährigen Temperaturbeobachtung zu Danzig fand Ballot übereinstimmend mit früheren Beobachtungen zu Harlem und Zwanenburg eine constante Periodicität, von der Umdrehung des Sonnenkörpers herrührend, aus welcher diese Rotationsperiode sich zu 25,78 Tagen ergiebt, also sehr nahe dem Werth, welchen Laugier aus dem

Fortrücken der Flecken fand (25,34). Es ist jedoch nicht nöthig und nicht einmal wahrscheinlich, daß diese Perioden eines Wärme-Minimums und Maximums durch Sonnenflecken allein bedingt werden, vielmehr scheint die Wärmestrahlung der Sonne, abgesehen von der Fleckenbildung, überhaupt und constant eine etwas ungleiche zu sein in verschiedenen Regionen ihrer Oberfläche, die nach einander der Erde zugekehrt sind. Und nicht blos in der Richtung der Sonnenmeridiane scheint eine solche Ungleichheit stattzufinden, sondern auch in den beiden Hemisphären, also in der Richtung der Sonnen-Breite. Ballot fand nämlich auch kleine constante Ungleichheiten der mittleren Temperatur, je nachdem vermöge der schiefen Stellung des Sonnenäquators zur Erdbahn mehr die eine oder die andere Sonnenhemisphäre der Erde zugekehrt ist.

Sie sehen aus dem Allen, wie eifrig Physiker und Astronomen bemüht sind, in allen Erscheinungen den gesetzmäßigen Zusammenhang aufzusuchen. Und wenn auch ein solches Bemühen beim ersten Anblick zuweilen wenig fruchtbringend für das praktische Leben vorkommen mag, so müssen Sie bedenken, daß die meisten und wichtigsten Erfindungen unserer Zeit aus solchen kleinen, in ihrem Beginn nur theoretisch interessant, für das Leben aber bedeutungslos erscheinenden Untersuchungen hervorgegangen sind. Als Oerstedts Famulus zuerst eine kleine Ablenkung der Magnetnadel durch den galvanischen Strom beobachtete, konnte Niemand vermuthen, daß daraus das ganze Telegraphensystem der Neuzeit hervorgehen werde. Als man zuerst mit dem Papinianischen Topf operirte und dadurch die Wirkungen des Wasserdampfes näher kennen lernte, wer konnte da denken, wie viel Hundert-Tausend Pferde- und Menschenkräfte dieser Dampf einst ersetzen, wie mächtig er auf allen irdischen Verkehr einwirken werde. Es ließen sich sehr zahlreiche Beispiele ähnlicher Art anführen, besonders aus dem großen Gebiet der Chemie. Diese zwei mögen indessen genügen, um zu zeigen, daß im Reiche der Naturwissenschaften aus jeder kleinen neu entdeckten Wahrheit eine unübersehbare Reihe von wichtigen Anwendungen hervorgehen kann.

Damit will ich nicht etwa sagen, daß aus dem Studium der Periodicität der Sonnenflecken oder der ungleichen Wärme-

strahlung der Sonne überhaupt, nothwendig eine sehr wichtige praktische Anwendung unmittelbar hervorgehen müsse, daß man etwa die Ermittelung bestimmter Witterungsperioden daraus zu erwarten habe. Die Unterschiede der mittleren Temperatur, welche dadurch hervorgebracht werden, sind jedenfalls so gering, daß sie den Wahrnehmungen des gemeinen Lebens sich fast ganz entziehen und nur durch sehr genaue Instrumente gefunden werden können; sie gehen für die Praxis gleichsam unter zwischen den viel größeren unregelmäßigen Schwankungen, welche besonders den Temperaturverlauf der gemäßigten Zonen auszeichnen. In diesem Sinne ist darum kein wichtiger Erfolg davon zu erwarten. Aber es ist ganz gewöhnlich, daß man die Richtung, in welcher rein wissenschaftliche Untersuchungen praktisch wichtig werden, nicht speciell voraus erkennt. Sowohl die wissenschaftlichen, als die praktischen Entdeckungen treten oft in ganz unerwarteten Richtungen hervor, aber dennoch bedingt durch die sorgfältige Verfolgung irgend eines bestimmten, wenn auch ganz abweichenden Zieles.

Zweiundfunfzigster Brief.

Die sieben Planeten.

„Von den sieben Weltkörpern, welche seit dem höchsten Alterthume durch ihre stets veränderte relative Entfernung unter einander von den, gleiche Stellung und gleiche Abstände scheinbar bewahrenden, funkelnden Sternen des Fixsternhimmels (Orbis inerrans) unterschieden worden sind, zeigen sich nur fünf: Mercur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn, sternartig, quinque stellae errantes. Die Sonne und der Mond blieben, da sie große Scheiben bilden, auch wegen der größeren Wichtigkeit, die man in Folge religiöser Mythen an sie knüpfte, gleichsam von den übrigen abgesondert. So kannten nach Diodor (II., 30) die Chaldäer nur 5 Planeten; auch Plato, wo er im Timäus nur einmal der Planeten erwähnt, sagt ausdrücklich: „um die im Centrum des Kosmos ruhende Erde bewegen sich der Mond, die Sonne und fünf andere Sterne, welchen der Name Planeten beigelegt wird; das Ganze also in 7 Umgängen."

Kosmos S. 421.

Seit uralter Zeit hat die Zahl Sieben für besonders bedeutungsvoll gegolten, wenn es auch schwer ist, die Ursache davon deutlich zu erkennen. Woher die vielen siebenzähligen Dinge? Die Siebengestirne, die Siebengebirge, die sieben freien Künste, die sieben Wochentage, die bösen Sieben und wie sie alle heißen mögen die vielerlei Siebensachen, die man zusammenzählt. — Die Mystiker der Natur suchten in dieser Zahl stets ein besonderes Gesetz, oder vielmehr eine geheimnißvolle Bedeutung, da von Naturgesetzen in ihrer Auffassungsweise überhaupt nicht wohl die Rede sein kann.

Schon im alten Testament, aber mehr noch in der Offenbarung Johannis, ist die Sieben eine der wichtigsten Zahlen; von da ist sie übergegangen in die Kabbala, die eine förmliche Scala über ihre Bedeutung entworfen hat, eine Scala, die ich nicht unterlassen mag Ihnen hier, wenn auch nur wegen ihrer Sonderbarkeit, mitzutheilen.

Scala der Siebenzahl.

In der höchsten Welt.	Ararita, אראריתא : Asser Eheie אשר אהיה							Die sieben-buchstabigen Namen Gottes.
In der Geisterwelt.	צפהיאל Zaphkiel.	צדקיאל Zadkiel.	כמאל Camael.	רפאל Raphael.	האניאל Haniel.	מיכאל Michael.	גבריאל Gabriel.	Die sieben Engel, welche im Angesichte Gottes stehen.
In der himmlischen Welt.	שבתאי Saturnus.	צדק Jupiter.	מאדים Mars.	שמש Sol.	נוגה Venus.	כוכב Mercurius.	לבנה Luna.	Die sieben Planeten.
In der elementaren Welt.	Wiedehopf. Sepie. Maulwurf. Blei. Onyx.	Adler. Delphin. Hirsch. Zinn. Sapphir.	Geier. Hecht. Wolf. Eisen. Diamant.	Schwan (olor.) Meerkalb. Löwe. Gold. Karfunkel.	Taube. Äsch (thymallus.) Bock. Kupfer. Smaragd.	Storch. Mugil. Affe. Quecksilber. Achat.	Nachteule. Meerkatze. (Aelurus). Katze. Silber. Krystall.	Die 7 Vögel d. Pl. d. 7 Fische d. Pl. d. 7 Thiere d. Pl. d. 7 Metalle d. Pl. d. 7 Steine d. Pl.
In der niedern Welt.	Der rechte Fuß. Das rechte Ohr.	Der Kopf. Das linke Ohr.	Die rechte Hand. Das rechte Nasenloch.	Das Herz. Das rechte Auge.	Die Schaam. Das linke Nasenloch.	Die linke Hand. Der Mund.	Der linke Fuß. Das linke Auge.	Die 7 den Planeten zugetheilten Glied. Die 7 d. Pl. zugeth. Löcher im Kopfe.
In der Unterwelt.	Gehenna. גיהנם	Die Todesthore. שערי מות	Die Todesschatten. צלמות	Der Todesbrunnen. באר שחת	Der Koth von Lumpenvolk. טיט היון	Die Verderbniß. אבדון	Die Grube. שאול	Die 7 Wohnungen der Hölle, welche der Kabbalist Rabi Joseph von Castilien beschreibt.

Die geheimnißvolle Zahlenlehre des Pythagoras hat gleichfalls einen unverkennbaren Einfluß auf jene mystischen Grübeleien des Mittelalters geübt, in denen überall die Sieben so bedeutungsvoll hervortritt. Gewisse thatsächliche Erscheinungen der Natur mochten den Anlaß geben; solche z. B. wie die Verhältnisse der harmonisirenden Töne oder wie die Zahl der damals als bewegt bekannten Weltkörper; dann aber hat man gewaltsam überall dieselbe Zahl aufgesucht, wenn es auch nöthig wurde, Heterogenes zu verbinden, oder Wesentliches auszuscheiden. So finden wir in Kirchers verzückter Reise 7 Hauptglieder des menschlichen Körpers den 7 Planeten verglichen, und diese sogenannten Hauptglieder des Mikrokosmos sind folgende: das Hirn, das Herz, der Magen, die Leber, die Nieren, die Milz und die Blase. Aber auch in der Entstehung der Zahl aus zwei Mal Drei + Eins hat man eine tiefe Bedeutung erblickt, und besonders lehrreich ist in dieser Beziehung eine Stelle aus des heiligen Buonaventura Reise der Seele zu Gott, wo es heißt: „Alle Empfindung und Vorstellung im Weltall ist geheimnißvoll gebunden, der Schlüssel des Alles umschlingenden Bandes sind die heiligen Zahlen der Drei und der Sieben. Das ganze Räthsel der endlichen und unendlichen Existenz liegt in der doppelten Drei und der hinzugetretenen Einheit. Das niedere Leben hat nämlich drei Stufen, das höhere ebenfalls; die siebente Zahl, welche die doppelte Drei verbindet, hat in der menschlichen Sprache keinen Namen und keinen entsprechenden Zustand mehr, weil sie in Gott ist."

Diese wenigen Bemerkungen über das alte Vorurtheil für die Siebenzahl glaubte ich vorausschicken zu müssen, um den vielfach möglichen Zusammenhang unserer Wocheneintheilung anzudeuten.

Die sieben Tage der Woche haben unstreitig ihre Namen nach den zuerst bekannten 7 Hauptkörpern des Sonnensystems erhalten, von denen man glaubte, daß sie die Erde in besonderen Bahnen oder Sphären (in 7 Himmeln) umkreisten. Ob aber wirklich die siebentägige Periode der Woche nur allein aus Rücksicht auf jene sieben Himmelskörper, nach denen man die einzelnen Tage benannt hat, gebildet worden, oder ob nicht hierzu noch andere Gründe geführt haben, — wer mag das

entscheiden? Beachtenswerth sind bei dieser Frage sicher auch die Gründe des alten Testamentes für 6 Arbeitstage und einen siebenten als Ruhetag. Muß man sich nicht wundern, daß eine ihrem Wesen nach so bedeutungslose Eintheilung der Zeit in siebentägige Wochen, so allgemeine Anerkennung und Verbreitung fast bei allen Völkern der Erde gefunden hat, als es der Fall ist? Würden wir uns nicht glücklich schätzen, wenn es gelungen wäre, bei einigen anderen ebenso conventionellen messenden Einrichtungen eine eben so große Uebereinstimmung erzielen zu können, bei den Geldwerthen, Maßen und Gewichten z. B.?

Die allgemeine Anerkennung, welche die siebentägige Woche sich nun ein Mal erworben hat, sowie die Zahl jener Hauptkörper, welche die Erde nach Ansicht der alten Astronomen zunächst umgeben, mögen gewiß sehr wesentlich dazu beigetragen haben, die mystische Bedeutung dieser Zahl noch mehr zu erhöhen. Daran haben sich dann andere Ideenverbindungen angeknüpft, wie die Vergleichung der Metalle mit gewissen Gestirnen, und so ist nach und nach der geheimnißvolle Werth immer höher und höher gesteigert worden. Lassen Sie uns einen flüchtigen vergleichenden Blick auf die mehrfache Bedeutung jener alt chemischen oder vielmehr alchymistischen Zeichen werfen; und dann die gegenseitigen Beziehungen der in nachstehender Tabelle einander parallelen Dinge einigermaßen untersuchen.

Zeichen.	Mythologische Götternamen.	Planetennamen.	Alchymistische Metallnamen.	Gewöhnliche Metallnamen.	Wochentage.
☉	Phoebus.	Sonne.	Sol.	Gold.	Sonntag.
☽	Diana.	Mond.	Luna.	Silber.	Montag.
♂	Mars.	Mars.	Mars.	Eisen.	Dienstag.
☿	Mercurius.	Mercur.	Mercurius.	Quecksilber.	Mittwoch.
♃	Jupiter.	Jupiter.	Jupiter.	Zinn.	Donnerstag.
♀	Venus.	Venus.	Venus.	Kupfer.	Freitag.
♄	Saturnus.	Saturn.	Saturnus.	Blei.	Sonnabend.

Jacob Grimm sagt in seiner deutschen Mythologie über den Ursprung der Wochentagnamen: „Wenn angenommen werden darf, und es scheint mir fast unbedenklich und nothwendig,

daß seit dem ersten Jahrhundert in den sechs oder acht folgenden eine ununterbrochene Uebertragung der lateinischen Götternamen auf einheimische Gottheiten Galliens und Germaniens stattfand und unter den Gelehrtgebildeten verbreitet wurde; so erlangen wir allein dadurch Aufschluß über eine noch nicht befriedigend erklärte merkwürdige Erscheinung: über die frühe in das halbe Europa eingedrungene heidnische Benennung der Wochentage. Diese Namen sind ein günstiges, nicht zu übersehendes Zeugniß für das deutsche Heidenthum. Ich stelle mir die Sache so vor.

Von Aegypten her, durch die Alexandriner, kam siebentägige Woche (ἑβδομάς) und planetarische Benennung der Wochentage bei den Römern auf, unter Julius Cäsar. Das Christenthum hatte die hebdomas von den Juden übernommen und konnte nun auch die abgöttischen Tagnamen nicht leicht von der Kirche abwehren. Diese Namen, sammt der Wocheneintheilung, waren aber früher als der christliche Glaube von Rom aus nach Gallien und Deutschland übergegangen. In allen romanischen Ländern dauern die Planetennamen, meist in verkürzter Gestalt, bis auf Heute fort, nur für den ersten und letzten Wochentag nicht. Statt dies solis wählte man dies dominica, italienisch domenica, spanisch domingo, französisch dimanche, statt dies Saturni blieb das jüdische sabbatum, italienisch sabato, spanisch sabado, französisch samedi. Aber die heidnischen Benennungen auch dieser beiden Tage waren lange noch volksthümlich: ecce enim dies solis adest, sic enim barbaries vocitare diem dominicam consueta est."

Die Germanen haben den Sonntag und in England auch den Saturday beibehalten, der bei uns zum Sonnabend geworden ist. An die Stelle des Marstages (dies Martis) ist bei uns der Dienstag, ursprünglich wohl Zinstag, getreten, und an die des Mercurtages (dies Mercurii) der Mittwoch (Mitte der Woche), früher jedoch auch Wuotanestac genannt. Aus dem Jupiterstag (dies Jovis) ist ein Donarestac, Donnerstag, auch Thorsdag geworden, für Venus ist die altdeutsche Fria oder Freia eingesetzt, und daraus Freitag gebildet.

Weder die sonst vermuthete noch die wirkliche Reihenfolge der Planeten, von welchen die Tagnamen herrühren, stimmt aber mit der der Wochentage überein, und ist wie in einer Anmerkung

des Kosmos S. 423 angedeutet wird, auf eine besondere Weise umgestaltet worden. Die Erklärung welche Cassius davon giebt, ist umständlicher folgende: Die Reihenfolge der Planeten war nach Annahme der alten Astronomen ♄ ♃ ♂ ☉ ♀ ☿ ☽; nun sollten aber nach den Lehrsätzen der Astrologie die Planeten einer nach dem anderen die Stunden des Tages beherrschen, wem aber die erste Stunde zufällt, der ist Herr des Tages. Die Woche beginnt mit Sonnabend, dessen erste Stunde dem ♄ geweiht ist, also gehört auch der Tag dem ♄. Zählt man nun weiter, so gehört die zweite Stunde dem ♃, die dritte dem ♂, die vierte der ☉ u. s. w., dem ♄ also wieder die 8., 15. und 22. Stunde, die 23. dem ♃ und die letzte dem ♂, die erste des folgenden Tages also der ☉, daher der zweite Tag der Sonne angehört. Zählt man nun in der angegebenen Weise weiter fort, so erhält man die oben angegebene Reihenfolge der Wochentage, nämlich ♄ ☉ ☽ ♂ ☿ ♃ und ♀, aus der Reihenfolge der Planeten am Himmel, nämlich ♄ ♃ ♂ ☉ ♀ ☿ und ☽. Jedoch kann erstere Reihe aus der letzteren auch erhalten werden, wenn man, vom ♄ anfangend, allemal drei weiter zählt, z. B. (♄ Sonnabend) ♄ ♃ ♂ (☉ Sonntag) ☉ ♀ ☿ (☽ Montag) ☽ ♄ ♃ (♂ Dienstag) u. s. w.

Es bleibt mir nun noch übrig, ein Paar Worte über die Entstehung der hieroglyphischen Zeichen zu sagen, die man den Planeten wie den Metallen und Wochentagen gegeben hat.

Das Zeichen der Sonne ☉ oder früher auch wohl ✱ ist leicht durch seine Gestalt zu deuten, auch erscheint es nur natürlich, das glänzende Gold dem Sonnenschein zur Seite zu stellen; ähnlich verhält es sich mit dem Zeichen für den Mond ☽ und dem Vergleich des Silbers mit dem Mondlicht. In dem Zeichen ♂ erkennt man unschwer den Speer des Mars, und daß man dem Kriegsgott das Eisen widmete, ist ebenfalls sehr natürlich. ☿ soll offenbar den Stab des Mercur darstellen und diesem flüchtigen Gotte verglich man zugleich das bewegliche Quecksilber. Rudolph Wild meint in seiner Alchemie: ♃ solle, wenn man den Mittelstrich verlängere, das Scepter des Jupiter darstellen, warum aber diesem das Zinn geweiht wurde, ist schwerer erklärbar, vielleicht wegen der Farbe des Planeten. ♀ soll einen Spiegel als Attribut der Venus darstellen, und da die

ältesten Spiegel aus Kupfer gemacht wurden, so ist auch diese Beziehung erklärbar. In dem Saturnzeichen ♄ erkennt Wild eine Sense, die Attribut des Saturn war, und die bleigraue Farbe des Planeten könnte veranlaßt haben, ihm das Blei zu widmen. Warum aber Erde und Antimon dasselbe Zeichen ♁ führen, vermag ich Ihnen nicht zu enträthseln.

Bemerkenswerth scheint es mir hier noch, daß die geheimnißvolle Siebenzahl der Planeten auch noch nach Copernicus für eine Zeit lang durch der Mystik günstigen Zufall wieder hergestellt worden ist. Sonne und Mond fielen nach dem Copernicanischen System aus der Reihe der Planeten hinweg, aber die Erde wurde nun aus ihrer bevorzugten Stellung durch die Sonne verdrängt und unter die Planeten eingereiht. Den Mond aber ersetzte 1781 die Entdeckung des Uranus, bis man von 1801 an noch mehr Planeten entdeckte. Da war die Sieben unwiederbringlich verloren.

Verzeihen Sie mir übrigens diese wenig naturwissenschaftliche Abschweifung.

Dreiundfunfzigster Brief.

Abplattung der Himmelskörper.

„Die Abhängigkeit der Abplattung von der Umdrehungs-Geschwindigkeit zeigt sich am auffallendsten in der Vergleichung der Erde als eines Planeten der inneren Gruppe (Rot. 23^h $56'$, Abplat. $1/299$) mit den äußeren Planeten Jupiter (Rot. 9^h $55'$, Abpl. nach Arago $1/17$, nach John Herschel $1/15$) und Saturn (Rot. 10^h $29'$, Abpl. $1/10$). Aber Mars, dessen Rotation sogar noch 41 Minuten langsamer ist als die Rotation der Erde, hat, wenn man auch ein viel schwächeres Resultat als das von William Herschel annimmt, doch immer sehr wahrscheinlich eine viel größere Abplattung. Liegt der Grund dieser Anomalie, insofern die Oberflächen-Gestalt des elliptischen Sphäroides der Umdrehungsgeschwindigkeit entsprechen soll, in der Verschiedenheit des Gesetzes der zunehmenden Dichtigkeiten auf einander liegender Schichten gegen das Centrum hin? oder in dem Umstand, daß die flüssige Oberfläche einiger Planeten früher erhärtet ist, als sie die ihrer Rotations-Geschwindigkeit zugehörige Figur haben annehmen können?

Kosmos S. 432.

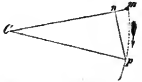
Die Größe der Abplattung jedes um seine Axe rotirenden Himmelskörpers ist eine nothwendige Folge seiner Masse und

Rotationsgeschwindigkeit. Die einzelnen Theile des Körpers befinden sich nur bei einer bestimmten Gestalt im Gleichgewicht; denken wir uns z. B., daß eine feste Kugel in schnelle Rotation versetzt wird, so tritt in ihr das Bestreben ein, die Gestalt eines Rotationssphäroides anzunehmen, und eine sehr schnelle Rotation kann dieses Bestreben so steigern, daß dadurch der Zusammenhang der Theile zerrissen wird, die Kugel zerspringt. Ist dagegen die Masse der Kugel nur einigermaßen nachgiebig (elastisch oder plastisch) so wird sie die entsprechende abgeplattete Form annehmen, was bei einer flüssigen Kugel jederzeit und sogleich geschieht. An den meisten Planeten hat man gerade den Grad der Abplattung beobachtet, welcher ihrer Masse und Rotationsgeschwindigkeit entspricht, und daraus geschlossen, daß sie sich vor dem gegenwärtigen, wohl bei allen starren, in einem flüssigen (durch Wärme flüssigen) Zustande befunden haben, der ihnen mit Leichtigkeit gestattete, gerade diese Gestalt anzunehmen. Nur beim Mars zeigt sich, wie Sie aus obiger Stelle des Kosmos ersehen, eine merkwürdige Ausnahme, indem dieser eine viel stärkere Abplattung zeigt, als ihm nach seiner Masse und Rotation zukommt. Dürfte man annehmen, dieser Planet habe früher, als er noch flüssig war, eine größere Umdrehungsgeschwindigkeit besessen, so würde sich dadurch die Thatsache allerdings leicht erklären lassen, da eine zu große Abplattung eines fest gewordenen Körpers recht wohl dauernd bleiben kann, trotz verminderter Umdrehungsgeschwindigkeit.

Die Nothwendigkeit der Abplattung aller rotirenden Himmelskörper ist zunächst von Newton erwiesen und dann durch Huyghens genauer berechnet worden. Ich will versuchen, Ihnen den Huyghens'schen Beweis dafür möglichst anschaulich zu machen, indem ich dabei den Erdkörper als Beispiel benutze und meist einer Darstellung C. Naumanns folge.

Jeder in einer Kreislinie bewegte Körper erhält durch das Beharrungsvermögen ein Bestreben, sich vom Mittelpunkte des Kreises zu entfernen; man nennt dieses Bestreben die Fliehkraft oder Centrifugalkraft, und obgleich eigentlich diese Kraft zunächst in der Richtung der Tangente wirkt, so verursacht sie doch eine wirkliche Verminderung derjenigen Kraft, welche den bewegten Körper fortwährend nach dem Mittelpunkte der Bewegung zu-

rückhält, sie sucht ihn eben so von diesem Mittelpunkte wegzuziehen, wie ihn die andere Kraft nach demselben hinzieht. Wenn der Bogen mp, welchen der bewegte Körper m in der Zeit-Ein-



heit, z. B. in einer Secunde, durchläuft, sehr klein ist, so wird, wie die Mechanik lehrt, der Effect der Centrifugalkraft durch den Sinus versus mn dieses Bogens gemessen, d. h. so wird die Entfernung vom Mittelpunkte c, welche der bewegte Körper in derselben Zeit durch die Centrifugalkraft, wenn sie allein wirkte, erleiden würde, genau so groß sein, wie der Sinus versus des durchlaufenen Bogens.

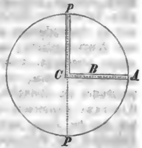
Wir wollen nun versuchen, dieses auf den Erdball anzuwenden, indem wir dabei von der Voraussetzung ausgehen, daß sich derselbe ursprünglich im flüssigen Zustande befunden habe. Denken wir uns diesen flüssigen Erdball Anfangs ohne irgend eine Bewegung, so wirkte die Schwerkraft allein auf alle seine Theile, und es konnte nur die vollkommene Kugelgestalt den Bedingungen des Gleichgewichtes entsprechen. Weil aber die Erdkugel eine Rotationsbewegung um ihre Axe hat, so sind alle Theile derselben nicht blos der Schwerkraft, sondern auch gleichzeitig der Centrifugalkraft unterworfen, und es kommt nun vor allen Dingen darauf an, den Einfluß kennen zu lernen, welchen diese letztere Kraft auf die Gestaltsveränderung der Kugel ausüben muß.

Nach einem allgemeinen Gesetze der Centralbewegung verhalten sich bei gleichen Rotationszeiten die Centrifugalkräfte wie die Rotationshalbmesser. Nun sind die Rotationszeiten aller Theile unserer flüssigen Erdkugel einander gleich, denn jeder Theil wird ja in 24 Stunden ein Mal um ihre Axe herumgeführt. Folglich wird sich die Centrifugalkraft eines jeden Theiles verhalten, wie der Halbmesser seiner Bahn, oder, was dasselbe ist, wie sein Abstand von der Umdrehungsaxe. Wäre uns

also die absolute Größe der Centrifugalkraft für irgend einen bestimmten Theil seiner Lage nach bekannt, so würden wir auch die Centrifugalkraft jedes anderen Theiles zu bestimmen vermögen.

Es läßt uns aber der vorher angeführte Satz, daß bei sehr kleinen Bögen der Effect der Centrifugalkraft durch den Sinus versus des Bogens ausgedrückt wird, auf eine sehr einfache Weise die Größe dieser Kraft, z. B. für einen unter dem Aequator gelegenen Theil, berechnen. In einer Zeitsecunde durchläuft nämlich jeder Punkt des Aequators einen Bogen, dessen Winkelmaß sehr nahe 1/4 Bogenminute oder 15 Bogensecunden beträgt, und welcher also hinreichend klein ist, um eine unmittelbare Anwendung jenes Satzes zu gestatten. Unter Zugrundlegung des Aequatorialhalbmessers der Erde wird aber der Sinus versus dieses kleinen Bogens = 0,0521 Par. Fuß, und um so viel würde sich also irgend ein Theil des Aequators vom Mittelpunkte der Erde in einer Secunde entfernen, wenn derselbe dem Zuge der Centrifugalkraft Folge leisten könnte. In derselben Zeit würde er aber bei freier Bewegungsmöglichkeit durch die Schwerkraft 15,05 Par. Fuß tief fallen, oder dem Mittelpunkte der Erde näher gebracht werden, folglich verhält sich unter dem Aequator die Centrifugalkraft zur Schwerkraft wie 0,0521 : 15,50 oder wie 1 : 289. Die Centrifugalkraft ist also für jedes Element des Aequators = 1/289 der Schwerkraft. Da nun unter dem Aequator die Richtungen dieser beiden Wirkungen einander gerade entgegen gesetzt sind, so wird auch dort die Schwere genau um soviel vermindert werden, und daher ein jeder Theil des Aequators in Folge der Rotationsbewegung um 1/289 leichter sein, als er ohne diese Bewegung sein würde. Wir wollen nun mit Huyghens annehmen, der rotirende Erdkörper habe ursprünglich aus einer homogenen und nicht compressibeln Flüssigkeit bestanden, so werden wir die Nothwendigkeit seiner Abplattung zu begreifen und die Größe derselben wenigstens einigermaßen zu bestimmen vermögen, wenn wir den Gleichgewichtszustand zweier ganz dünner Säulen dieser Flüssigkeit untersuchen, deren eine in den Polarhalbmesser, die andere in den Aequatorialhalbmesser fällt, während beide im Mittelpunkte der Erde mit einander communiciren. Der leichteren Vorstellung wegen

können wir uns diese beiden Flüssigkeitssäulen innerhalb der flüssigen Erdkugel selbst, in zwei mit einander verbundene Röhren PC und AC eingeschlossen denken, welche die Polarröhre und die Aequatorialröhre genannt werden mögen.



Wäre die Erdkugel unbeweglich, so würden beide Säulen gleich schwer und also auch gleich lang sein. Weil sich aber die Kugel um ihre Are PP′ dreht, so werden alle Theile der in der Aequatorialröhre eingeschlossenen Flüssigkeit durch die Centrifugalkraft an Schwere verlieren, und zwar um so mehr, je weiter sie vom Mittelpunkte C entfernt sind, und jedes einzelne genau im Verhältnisse seiner Entfernung; das äußerste in A verliert $^1/_{289}$, das mittlere in B $^1/_{578}$, das innerste in C verliert gar nichts von seiner Schwere, so daß also überhaupt die Verluste an Schwere für die von C bis A hinter einander liegenden Theile der Flüssigkeit eine arithmetische Reihe bilden und die ganze Flüssigkeitssäule der Aequatorialröhre AC überhaupt $^1/_{578}$ ihrer Schwere einbüßen muß.

Die Flüssigkeit der Polarröhre PC dagegen verliert gar nichts von ihrer Schwere, weil sie in der Drehungsare selbst liegt, und folglich dem Einflusse der Centrifugalkraft gar nicht ausgesetzt ist.

Es kann also in der rotirenden Kugel zwischen beiden Säulen, wenn sie gleich lang bleiben sollen, kein Gleichgewicht mehr stattfinden, denn wir haben ja in der Polarröhre eine schwerere Flüssigkeit, als in der Aequatorialröhre; vielmehr kann das gestörte Gleichgewicht nur dadurch wieder hergestellt werden, daß die Aequatorialsäule auf Unkosten der Polarsäule in demselben Verhältnisse an Länge zunimmt, in welchem sie an Schwere abgenommen hat. Folglich müssen beide in der ruhenden Kugel gleich lange Säulen in der rotirenden Kugel in das Verhältniß von 578 : 577 treten, oder, die Abplattung des flüssigen Erdsphäroides muß $^1/_{578}$ betragen.

Dies ist im Wesentlichen die Theorie von Huyghens, welche, wie gesagt, schon zwei Jahre früher von Newton be-

gründet, jedoch auf eine andere Weise durchgeführt worden war, so daß er für die Abplattung einen mehr als doppelt so großen Werth (nämlich $^1/_{230}$) gefunden hatte. Daß nun aber diese ersten Resultate der Theorie so bedeutend von dem abweichen, was die Gradmessungen geben (nämlich $^1/_{299}$), dies kann uns nicht Wunder nehmen, weil jene Theorie noch mehrere Bedingungen voraussetzt, welche in der Wirklichkeit niemals erfüllt gewesen sein können, wie z. B. die Homogenität und Incompressibilität der Flüssigkeit. Später gaben Maclaurin und Clairaut allgemeinere und strengere Beweise für den Satz, daß nur die Form eines mit Polar-Abplattung versehenen Ellipsoides den Bedingungen des Gleichgewichtes der rotirenden Erde Genüge leiste. Legendre bewies die physikalische Nothwendigkeit dieser Form, und Laplace, welcher dieselbe Untersuchung in der größten Allgemeinheit durchführte, berechnete die Abplattung zu $^1/_{303}$. Endlich hat Ivory das Problem nochmals einer gründlichen, von beschränkenden Voraussetzungen möglichst befreiten Untersuchung unterworfen, und die Abplattung des ursprünglich flüssigen Erdsphäroides = $^1/_{289}$, also genau so groß gefunden, wie das Verhältniß der Centrifugalkraft zur Schwerkraft unter dem Aequator. Diese von Laplace und Ivory gefundenen Werthe stimmen mit der durch die Gradmessungen bestimmten Abplattung so nahe überein, als es bei der Schwierigkeit des hier vorliegenden hydrodynamischen Problems überhaupt zu erwarten ist; der von Ivory bestimmte Werth aber muß wegen seiner Uebereinstimmung mit dem Verhältnisse der Centrifugalkraft zur Schwerkraft und mit dem aus Sabine's Pendelversuchen abgeleiteten Resultate unsere besondere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen.

Ich habe diese Auseinandersetzung hier nur aufgenommen, um Ihnen zu zeigen, wie man aus der bekannten Umdrehungsgeschwindigkeit und Masse (welche die Schwerkraft bedingt) irgend eines Himmelskörpers die Größe seiner Abplattung a priori berechnen könne, und weshalb man also vom Mars zu sagen berechtigt ist, daß er zu stark, oder wenigstens unnöthig stark abgeplattet sei. Ich habe auch bereits die eine mögliche Erklärung dieser Erscheinung berührt, welche darauf beruht, daß

Mars früher eine schnellere Umdrehung gehabt. Auf den zweiten Erklärungsversuch, welcher in der Annahme ungleicher Dichtigkeit der Masse in verschiedenen, gleichsam concentrisch um einander liegenden Schalen beruht, einzugehen, halte ich für zu schwierig und muß sogar fürchten, im Vorstehenden bereits Ihre mathematische Geduld zu sehr in Anspruch genommen zu haben.

Vierundfunfzigster Brief.

Scheinbare Größe der Planeten.

„In der mittleren Entfernung von der Erde hat Jupiter einen scheinbaren Aequatorial-Durchmesser von 38″ 4, wenn derselbe bei der, der Erde an Größe ohngefähr gleichen Venus, ebenfalls in mittlerer Entfernung, nur 16″ 9, bei Mars 5″ 8 ist. In der unteren Conjunction wächst aber der scheinbare Durchmesser der Scheibe der Venus bis 62″, wenn der des Jupiter in der Opposition nur eine Vergrößerung bis 46″ erreicht. Es ist hier nothwendig zu erinnern, daß der Ort in der Bahn der Venus, an welchem sie uns im hellsten Lichte erscheint, zwischen ihre untere Conjunction und ihre größte Digression von der Sonne fällt, weil da die schmale Lichtsichel wegen der größten Nähe zu der Erde das intensivste Licht giebt. Im Mittel erscheint Venus am herrlichsten leuchtend, ja in Abwesenheit der Sonne Schatten werfend, wenn sie 40° östlich oder westlich von der Sonne entfernt ist; dann beträgt ihr scheinbarer Durchmesser nur an 40″ und die größte Breite der beleuchteten Phase kaum 10″.“ Kosmos S. 433.

Die scheinbare Größe der Planetenscheiben ist so gering, daß sich dieselben nur durch vergrößernde Instrumente als solche erkennen und messen lassen. Die Lichtstärke dieser Himmelskörper ist ebensowohl von ihrer scheinbaren Größe, als von ihrem Abstand von der Erde und von der Sonne abhängig. Die Venus erscheint wegen ihrer Erdnähe am leuchtendsten zu einer Zeit, in welcher eine Sichel von nur ¼ ihres ganzen Durchmessers für uns erleuchtet ist, aber trotz dieser Sichelgestalt erscheint sie dann dem unbewaffneten Auge als ein runder, leuchtender Punkt. Ich will versuchen, die Verhältnisse der in obiger Stelle nach Winkelsecunden ausgedrückten scheinbaren Durchmesser Ihnen durch einige Zeichnungen zu versinnlichen, die freilich nur eben die Verhältnisse (nicht die wirklichen Größen) nach sehr vergrößertem Maßstabe ausdrücken.

Wenn Sie diese kleinen Scheiben 300 Fuß entfernt auf-

stellen wollen, dann erst erblicken Sie dieselben im wahren Größenverhältniß, wenn es Ihnen überhaupt noch möglich ist, dieselben in dieser Entfernung zu erkennen, was ich sehr bezweifele. Die meisten Planeten würden wir ohne vergrößernde Instrumente gar nicht sehen können, wenn sie nicht leuchteten, sondern nur etwa als schwarze Scheiben auf einem weißen Hintergrunde lägen.

Es folgen hier diese kleinen Scheiben.

Mercur.

Mittel. Maximum. Minimum.



Venus.

Mittel. Maximum. Minimum.



Mars.

Mittel. Maximum. Minimum.



Jupiter.

Mittel. Maximum. Minimum.



Saturn.

Mittel. Maximum. Minimum.



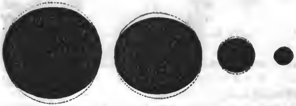
Uranus. Neptun.



Vergleichen Sie nun mit obigen scheinbaren Größen die hier folgende Darstellung des Verhältnisses der wahren Größen, für welche freilich kein gleicher Maßstab angewendet werden konnte, so daß sie eben nur die Unterschiede der wirklichen und scheinbaren Größenverhältnisse darstellen können, ohne alle weitere Vergleichspunkte unter einander.

Mercur. Venus. Erde. Mars.





Jupiter. Saturn. Uranus. Neptun.

Von selbst versteht es sich, daß alle diese Darstellungen nicht auf Genauigkeit Anspruch machen können. Sie sollen nur dazu dienen die Verhältnisse ungefähr zu zeigen.

Fünfundfunfzigster Brief.

Harmonie der Sphären.

„Die Pythagoreer, denen Zahl die Quelle der Erkenntniß, die Wesenheit der Dinge war, wandten ihre Zahlentheorie, die Alles verschmelzende Lehre der Zahlverhältnisse auf die geometrische Betrachtung der früh erkannten 5 regelmäßigen Körper, auf die musikalischen Intervalle der Töne, welche die Accorde bestimmen und verschiedene Klanggeschlechter bilden, ja auf den Weltenbau selbst an: ahnend, daß die bewegten, gleichsam schwingenden, Klangwellen erregenden Planeten nach den harmonischen Verhältnissen ihrer räumlichen Intervalle eine Sphärenmusik hervorrufen müßten. ‚Diese Musik", setzten sie hinzu, „würde dem menschlichen Ohre vernehmbar sein, wenn sie nicht, eben darum weil sie perpetuirlich ist und weil der Mensch von Kindheit daran gewöhnt ist, überhört würde." Kosmos S. 437.

Die Mystik und Poesie der Natur sind alte treue Gefährten und das Geheimnißvolle behauptet selbst dann noch seinen Zauberreiz, wenn schon das Erkennen des Wahren ihm überall siegreich entgegentritt; das Erkennen des Wahren und Offenbaren, dem es im Grunde eben so wenig an erhabener Poesie fehlt, als dem geheimnißvoll Unbekannten. So sehen wir seit dem frühesten Alterthum ein wunderbares Phantasiegebilde die Lehren vom Bau der Welt durchdringen, welches in unverkennbar großartiger Weise eine Harmonie des Weltganzen als nothwendig bestehend voraussetzt und deshalb überall sucht, eine Harmonie, die sich in Zahlenverhältnissen, oder selbst in Tönen ausdrücken soll.

Die Ueberzeugung von einer wahren Harmonie der Welt, von einer harmonischen Gestaltung aller ihrer Theile, von der Einheit in der Vielheit, findet überall Bestätigung in der Natur, und es ist erste Aufgabe des Kosmos, diese Harmonie des Weltalls nachzuweisen, das Resultat wissenschaftlicher Forschung im vollen Einklang zu zeigen mit dem ersten Eindruck höchster Bewunderung, welchen jeder ungetrübte Blick in die Natur unwiderstehlich hervorbringt. Nur die besondere Weise, in welcher man diese Harmonie suchte, war lange eine phantastische, eine menschlich irrige.

Es ist die Harmonie der Sphären, die das früheste griechische Alterthum durch die siebenröhrige Flöte des Pan symbo-

lisch darstellte, und deren mathematische Erforschung des großen Kepler höchstes Ziel und Streben war, während er die Gesetze der Bewegung, die seinen Namen unsterblich gemacht haben, fast nur beiläufig fand. Gestatten Sie mir, daß ich diesem mystisch poetischen Gedanken, wenn es auch nur ein Traumbild war, einige Seiten widme; ich werde dabei vorzugsweise den Abhandlungen Pipers und Apelts folgen.

Pythagoras lehrte, daß die Planeten, wie alle schnell bewegten Körper, Töne von sich gäben, die theils nach der Geschwindigkeit und Größe, theils nach den Zwischenräumen verschieden seien. Jedenfalls sollten sie aber in einem höchst musikalischen Verhältniß zu einander stehen, diese Harmonie sollte vollkommener ertönen als irgend ein Lied der Menschen. Es ist ungewiß, welches System der Harmonie dem Pythagoras selbst zuzuschreiben ist, da auch noch nach ihm mehrere entstanden sind. Beispielsweise mögen hier nur zwei folgen, die man beide ihm zugeschrieben hat.

1.

Mond.
| Ton.
Venus.
| Ton.
Mercur.
| Halbton (Limma).
Sonne.
| Ton.
Mars.
| Ton.
Jupiter.
| Halbton (Limma).
Saturn.

2.

Erde.
| Ton.
Mond.
| kleiner Halbton (Limma).
Mercur.
| großer Halbton (Apotome).
Venus.
| Anderthalbton (Trihemitonion).
Sonne.
| Ton.
Mars.
| kleiner Halbton (Limma).
Jupiter.
| großer Halbton (Apotome).
Saturn.
| kleiner Halbton (Limma).
Firsternhimmel.

Die wesentlichsten Unterschiede dieser beiden Systeme bestehen darin, daß das erstere nur siebensaitig ist, das zweite

hingegen durch Zurechnung von Erde und Firsternhimmel neunsaitig wird. In beiden Reihen wird der Ton von oben nach unten tiefer, so daß dem Mond oder der Erde die höchsten Töne zukommen, dem Saturn und dem Firsternhimmel die tiefsten.

Da Pythagoras die 7 Saiten der Leier um eine vermehrend sich des Octachords bedient haben soll, so scheinen beide diese Systeme nicht wirklich von ihm selbst herzurühren. Ein achtgliederiges ist indessen nicht bekannt, und es kann auf den Ursprung der speciellen Systeme hier überhaupt nicht eben viel ankommen, wo es sich nur um eine allgemeine Idee von Phantasiegebilden über Sphärenmusik handelt.

Jene erhabenen Weltsymphonien soll, so sagte man, Pythagoras selbst und zwar er allein unter allen Sterblichen wirklich gehört haben. Aber er lehrte seine Schüler durch die Leier und Gesang sie nachahmen, und so benutzte er die Musik als erstes Bildungsmittel, um die Sitten und Leidenschaften der Menschen zu bessern und die Kräfte der Seele harmonisch zu stimmen.

Doch die Mythe der Sphärenmusik reicht selbst noch weit über Pythagoras hinaus. Orpheus, Terpander oder selbst Mercur sollen der Leier sieben Saiten gegeben haben, nach Analogie der sieben Planetensphären. Und umgekehrt hat man das Planetensystem in späterer Zeit die siebensaitige Himmelsleier, die Leier Gottes genannt.

Ein anderer Mythus knüpft an Pan, dessen Name schon das Universum bezeichnet. Seine siebenröhrige Pfeife sollte mit ihren sieben Tönen die Harmonie des Himmels darstellen. Er selbst ist der Chorführer des himmlischen Reigen und bläst auf seiner Flöte, mit einem Hauch alle sieben Sphären beseelend, die ewige Harmonie der Welt. Ein orphischer Gesang ruft ihn an:

„Begeisterter unter den Sternen,
Spielend die Harmonie der Welt auf scherzender Flöte."

Auch die 9 Musen treten in alter Dichtung als Himmelssängerinnen auf, wie in christlicher Zeit die Engel. Ihre Neunzahl macht eben so viele Sphären nöthig, oder es ist umgekehrt ihre Zahl davon abhängig; entsprechend dem obigen zwei-

ten System, werden zu den 7 Planeten noch die Erde und der Firsternhimmel hinzugerechnet. Plutarch gedenkt einer solchen Vertheilung der Musen, nach welcher acht im Himmel in den acht Sphären ihren Sitz haben, während die neunte unter dem Monde wohnt und den Sterblichen ihre Gaben spendet. Doch haben dabei jene himmlischen nur die Aufgabe, das harmonische Verhältniß der Planeten unter einander und zum Firsternhimmel aufrecht zu erhalten, ohne selbst einen Chor des Himmels zu bilden. Dagegen spricht Martianus Capella ausdrücklich von einem harmonischen Geläute der Himmelskörper in lieblicher Melodie und theilt jeder der Musen einen entsprechenden Gesang zu. Im Firsternhimmel wohnt Urania, in der Sonne Melpomene, im Monde Clio u. s. w., Thalia allein bleibt auf der Erde zurück.

Auch Plato hat eine dieser mythischen Dichtungen im zehnten Buch de republica aufgenommen. Um eine Lichtsäule als Weltare drehen sich die 7 Planetensphären und die Firsternsphäre, „und auf ihren Kreisen oben steht auf jedem eine Sirene, die mit herum bewegt wird, einen Ton von sich gebend, und die acht Töne fließen zusammen zu einer übereinstimmenden Harmonie. Umher aber sitzen in gleicher Entfernung, drei an der Zahl, jede auf einem Thron, die Töchter der Nothwendigkeit, die Mören, welche von Zeit zu Zeit mit der einen Hand angreifend die Umkreisungen der Spindel fördern, Klotho die äußere, Atropos die innere, und Lachesis abwechselnd die eine und die andere: diese singen zum Einklang der Sirenen, Lachesis das Vergangene, Klotho das Gegenwärtige und Atropos das Zukünftige."

Die altheidnische Mythe von der Harmonie der Sphären ragt noch tief in die christliche Zeit herein, wie so manche heidnische Traditionen vom Christenthum aufgenommen worden sind; an ursprünglicher Frische ihrer Poesie hat sie indessen bei der Uebertragung nicht gewonnen. Der Alexandriner Philo gedenkt ihrer z. B. im ersten Buch von den Träumen. Zwei Wesen, sagt er, können den Vater der Dinge lobpreisen, der Himmel und der menschliche Geist. Denn der Mensch hat zur Auszeichnung vor allen anderen Geschöpfen die Fähigkeit erhalten, Gott zu dienen; der Himmel aber tönt stets

Gesänge, durch die Bewegungen seiner leuchtenden Körper melodische Harmonie bewirkend. Vermöchte ein Sterblicher diese Musik zu hören, so würde unaufhaltsame Liebe und schwärmerische Sehnsucht ihn ergreifen und nicht mehr von irdischer Speise würde er leben wollen, sondern von den göttlichen Gesängen der vollendeten Musik. Diese Töne soll Moses gehört haben, als er außer dem Leibe wallend 40 Tage und eben so viel Nächte weder Speise noch Trank anrührte. Diese Himmelslyra scheint zu keinem anderen Zweck besaitet zu sein, als daß zu Ehren des Vaters der Welt Lobgesänge ertönen.

Es sind viele, aber meist verfehlte Versuche gemacht worden, die Harmonie der Sphären deutlich in der Bibel nachzuweisen; am ehesten noch läßt sich damit der siebenarmige Leuchter im 2. Buch Moses in Beziehung bringen, den Philo als die 7 Planeten mit der Sonne deutet, welche Alles erleuchtend das musikalische und göttliche Instrument (die Himmelslyra) harmonisch zusammenhält; und dann eine Stelle im Hiob (38, 37.) wo es heißt: „wer erzählt die Satzungen des Himmels und die Harmonie des Himmels, wer bringt sie zum Schweigen"; ja Luther leitete sogar die griechische Lehre aus biblischer Ueberlieferung ab und meint, Pythagoras rede von der Harmonie des Himmels gleich als ob er den Hiob gelesen hätte.

Isidorus von Sevilla schrieb ein besonderes kleines Werk de harmonica et caelesti musica, dessen Inhalt später auch in Anselmus von Canterbury (oder Honorius von Autun), de imagine mundi und im 13. Jahrhundert in Vincentius von Beauvais Spiegel der Natur übergegangen ist. Isidorus spricht von der süßen Harmonie, mit welcher die Planetensphären sich bewegten und warum ihr Ton nicht an unser Ohr gelange; es werden die musikalischen Intervalle der Planeten angegeben und auch der Musen wird gedacht, welche von den Philosophen erdichtet worden seien, entsprechend den neun Consonanzen zwischen der Erde und dem Firmament, welche zugleich den Menschen eingeboren seien. Omons sagt in seinem französischen Lehrgedicht vom J. 1245: Die Kinder allein genießen um ihrer Unschuld willen den Vorzug, diese himmlische Harmonie zu vernehmen — so daß, wenn sie im Schlaf lächeln,

dies in Folge des Vergnügens geschieht, welches dieselbe sie empfinden läßt; und der unsterbliche Dante singt:

„Bevor die Engel sangen, deren Sang
Nur Nachklang ist vom Lied der ewgen Sphären."

Am ausdauerndsten hat sich unter allen großen Geistern, wie schon erwähnt, Kepler mit der Harmonie der Welt beschäftigt, die er aber nicht mehr im rein musikalischen Sinne auffaßte. Er erklärt vielmehr ausdrücklich, daß keine Töne im Himmel vorkommen, auch die Bewegungen der Weltkörper nicht so stürmisch seien, daß durch Reibung mit der höchst feinen Himmelsluft (dem Aether) Geräusch entstehen müsse. Dagegen werde die Harmonie der Planeten durch das Licht offenbart, sie bestehe nur in Zahlenverhältnissen, welche den musikalischen Consonanzen entsprechen. — Dadurch gestaltet sich die ganze Lehre von der Harmonie der Sphären durchaus anders als sie von den Alten aufgefaßt ward. Kepler's Idee von der Harmonie des Himmels ist zu mathematischer und verwickelter Natur, als daß ich hoffen könnte, Ihnen dieselbe klar und deutlich vorzulegen. Ich kann aber doch nicht unterlassen, Ihnen Einiges von diesen Studien mitzutheilen, welche die wichtigste Lebensaufgabe des großen Mannes gewesen sind.

Tycho de Brahe hatte für Kepler den Anstoß gegeben. Dieser verwarf die soliden und geschlossenen durchsichtigen Sphären der Alten, füllte den freien Himmelsraum mit Luft (Aether), meinte aber, dieses widerstehende Mittel könne, von kreisenden Weltkörpern erschüttert, allerdings Töne erzeugen. Kepler, der Anfangs diese Ton-Mythe ebenso wie die Himmelsluft anstatt der krystallenen Sphären annahm, war bemüht, dieselbe einerseits mit der Physik des Himmels, andererseits mit seiner Idee des Weltbaues nach den fünf regulären Körpern: Würfel, Tetraeder, Oktaeder, Dodekaeder und Ikosaeder, zu verbinden; denn die Harmonie des Himmels ist ihm die Einheit und das Band des Ganzen, der Schmuck der Welt, die Krone der Schöpfung. Er nimmt sie im Voraus als nothwendig an, und ist eifrig bemüht, sie zu ergründen. Zwei Grundgesetze gelten nach ihm für den Weltbau: das geometrische der fünf regulären Körper, und das musikalische der Harmonien, und zwar so, daß das eine dem anderen angepaßt ist.

„Diese Harmonien können gesucht werden: 1) in den verhältnißmäßigen Abständen der Planeten von der Sonne, 2) in den Umlaufszeiten, 3) in dem Bogen der Bahn, den der Planet täglich zurücklegt, 4) in der Zeit, die der Planet braucht, um gleich große Bogen seiner Bahn zu beschreiben, 5) in den Winkeln an der Sonne, die den zurückgelegten Bögen entsprechen, oder, wie wir sagen würden, in der täglichen heliocentrischen Winkelbewegung des Planeten.

Alle diese Dinge sind mit Ausnahme der Umlaufszeiten durch den ganzen Umlauf hindurch veränderlich und zwar erfolgen diese Veränderungen am langsamsten in der Nähe des Perihels und Aphels, am schnellsten, wenn der Planet seine mittlere Entfernung erreicht.

Endlich kann man die harmonischen Verhältnisse zwischen diesen Stücken entweder in der Bewegung eines einzigen Planeten für sich, oder in der Verbindung verschiedener Planeten suchen. So daß man endlich 6) auch noch die tägliche Länge des Weges je zweier Planeten mit einander vergleichen kann."

Kepler kommt nun in seinen Untersuchungen zunächst zu dem Resultat, daß die Harmonie nicht in den Entfernungen, sondern in den Bewegungen liegen müsse, und daß sie nur dann richtig erkannt werden könne, wenn man diese Bewegung von der Sonne aus betrachtet. Astronomisch ausgedrückt: sie muß in den heliocentrischen Winkelbewegungen liegen.

„Wenn man nun nach den tychonischen Beobachtungen die heliocentrischen Winkelgeschwindigkeiten der Planeten in ihren Aphelien und Perihelien, also die kleinsten und größten Bewegungen mit einander vergleicht, so stellen sich dieselben folgendermaßen dar:

$$♄ \left\{ \begin{array}{l} \text{Aphel} = 1' \, 46'' = a \\ \text{Perihel} = 2' \, 15'' = b \end{array} \right\} \frac{1' \, 48''}{2' \, 15''} = \frac{4}{5}, \text{ große Terz.}$$

$$\frac{a}{d} = \frac{1}{3}, \quad \frac{b}{c} = \frac{1}{2}$$

$$♃ \left\{ \begin{array}{l} \text{Aphel} = 4' \, 30'' = c \\ \text{Perihel} = 5' \, 30'' = d \end{array} \right\} \frac{4' \, 35''}{5' \, 30''} = \frac{5}{6}, \text{ kleine Terz.}$$

$$\frac{c}{f} = \frac{6}{1}, \quad \frac{d}{e} = \frac{1}{5}$$

$$♂ \begin{cases} \text{Aphel} = 26'\ 14'' = e \\ \text{Perihel} = 38'\ 1'' = f \end{cases} \frac{25'\ 21''}{38'\ 1''} = 2/3, \text{ Quinte.}$$

$$\frac{e}{h} = 5/12,\ \frac{f}{g} = 2/3$$

$$♁ \begin{cases} \text{Aphel} = 57'\ 3'' = g \\ \text{Perihel} = 61'\ 18'' = h \end{cases} \frac{57'\ 28''}{61'\ 18''} = 15/16, \text{ Halbton.}$$

$$\frac{g}{k} = 3/5,\ \frac{k}{i} = 5/3$$

$$♀ \begin{cases} \text{Aphel} = 94'\ 50'' = i \\ \text{Perihel} = 97'\ 37'' = k \end{cases} \frac{94'\ 50''}{98'\ 47''} = 24/25, \text{ Diesis.}$$

$$\frac{i}{m} = 1/4,\ \frac{k}{l} = 3/5$$

$$☿ \begin{cases} \text{Aphel}\ 164'\ 0'' = l \\ \text{Perihel}\ 384'\ 0'' = m \end{cases} \left\{ \frac{164}{394} \right\} = 5/12 \quad \text{Octave mit kleiner Terz.}$$

Diese Tabelle ist die Basis von Kepler's Harmonie des Himmels. Aber was ist der Sinn derselben und was beabsichtigt Kepler mit seiner ganzen Phantasie? Zuletzt beabsichtigt er eine Erklärung der Excentricität der Planetenbahnen. Diese Excentricitäten waren von Anfang an das Räthsel seiner astronomischen Speculation, und durchdrungen von dem Glauben an eine Naturnothwendigkeit, forschte er auch nach einem Grunde der Excentricität. Durch seine Entdeckung, daß die Figur der Bahn eine Ellipse ist, hatte die Sache eine etwas andere Gestalt gewonnen. Denn beim Kreise ist die Excentricität überhaupt etwas Zufälliges, bei der Ellipse dagegen liegt sie in der Natur der Curve selbst und bestimmt ein ganz neues astronomisches Element: die Form der Bahn. Beim Kreise kommt nämlich nur die Größe in Frage, bei der Ellipse aber auch noch die Form. Denn alle Kreise sind ähnliche Figuren, sollen aber Ellipsen einander ähnlich sein, so müssen sie gleiche Excentricität haben. Da Kepler einmal voraussetzte, daß die Größe der Bahn von einem Gesetz abhänge, so durfte er ein solches auch für die Form derselben vermuthen, und es kam jetzt darauf an, dieses Gesetz selbst ausfindig zu machen. Ein solches Gesetz würde den größten praktischen Nutzen gewähren, indem es ge-

stattete, die Elemente der Planetenbahnen mit mathematischer Schärfe a priori zu bestimmen."

Ich habe die vorstehende Stelle aus Apelts Buch über Kepler's Weltansicht entnommen und derselbe Verfasser fährt eine Seite später fort, den Zusammenhang der Excentricitäten mit den Harmonien zu entwickeln, wie folgt:

„Ein Ton ist mathematisch genommen nichts Anderes, als eine Saite von bestimmter Länge oder die Anzahl von Schwingungen, die diese Saite in einer Zeiteinheit macht. Drückt man nun die tägliche heliocentrische Winkelbewegung eines Planeten in Secunden aus, so kann man die Anzahl dieser Secunden als die Schwingungszahl eines Tones ansehen. Wenn nun die Geschwindigkeit eines Planeten während seines Umlaufs sich verändert, so wird er nicht immer ein und denselben Ton von sich geben oder mit andern Worten nicht immer dieselbe Schwingungszahl behalten. Er wird also ein musikalisches Intervall durchlaufen, und wenn man nun seine kleinste Geschwindigkeit als die Anzahl von Schwingungen betrachtet, die der Grundton in der Zeiteinheit macht, so kann man das Verhältniß jedes anderen Tons zu diesem Grundton und mithin auch die Größe des durchlaufenen Intervalls leicht angeben. Dies ist der Sinn der obigen Tabelle. Nun bleibt in der That die heliocentrische Winkelgeschwindigkeit des Planeten während seines Umlaufs um die Sonne nicht constant, sondern ändert sich mit der Entfernung (dem Radius Vector) und zwar nach dem zweiten keplerschen Gesetz umgekehrt wie das Quadrat derselben."

Und dann: „Die größte und kleinste Entfernung des Mercur verhält sich z. B. wie 3 : 2, seine Excentricität beträgt daher
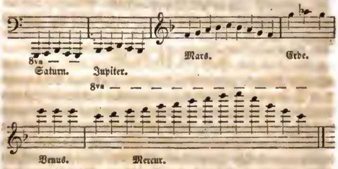
$$\frac{3-2}{3+2} = {}^1/_5$$

d. h. setzt man die mittlere Entfernung des Mercur = 1, so schwanken die Extreme der Entfernung um den fünften Theil dieser Einheit auf und ab. Da nun die Größe dieser Veränderung der Entfernungen (die Excentricität) die Grenzen festsetzt, innerhalb deren die heliocentrischen Winkelgeschwindigkeiten variiren und diese letzteren den Schwingungszahlen der Töne entsprechen sollen, so hängt offenbar die Größe des musikalischen Intervalls,

welches der Planet von seinem tiefsten zu seinem höchsten Ton durchläuft, von der Excentricität seiner Bahn d. i. von der Größe der Veränderung seiner mittleren Entfernung ab. Die Lage dieses Intervalls auf der Tastatur der Himmelsorgel muß aber auf irgend eine Weise von der absoluten Größe des Radius Vector abhängen."

Die weitere mathematische Entwickelung an den einzelnen Planeten führt hierauf zu dem Resultat, daß die himmlische Orgel sieben Octaven und eine Sert umfaßt. Innerhalb dieser Grenzen läßt sich jedem Planeten sein ihm zugehöriges Tongebiet anweisen.

„Vom tiefsten bis zum höchsten Ton d. i. vom Aphel bis zum Perihel spielt jeder Planet folgende Melodie:



Diese Melodien geben ein musikalisches Bild von der Form einer jeden Planetenbahn, denn sie stellen den Werth der Excentricität einer jeden Planetenbahn durch den Umfang der Scale vor, die jeder Planet durchläuft. Man sieht aus diesen Bildern unmittelbar, daß der Mercur die größte Excentricität hat, daß auf diesen der Mars folgt und daß die Venus, die fast immer denselben Ton hält, die geringste Excentricität hat.

Wenn man diese Melodien nicht, wie es Kepler gethan hat, mit verschiedenen Schlüsseln schreibt, sondern auf einen gemeinschaftlichen Schlüssel bringt, so erhält man eine Tonfolge, in deren Gruppirung sich gewissermaßen das bekannte Gesetz der Abstände abspiegelt. Vergleicht man nämlich die Intervalle, die

zwischen den verschiedenen Gruppen von Tönen der einzelnen Planeten liegen, so bemerkt man, daß das größte derselben sich zwischen Mars und Jupiter findet. Wie kann diese Gesetzlichkeit hier zum Vorschein kommen, wo man sie nicht erwarten sollte? Dies hängt so zusammen. Theilt man den Abstand des Saturn von der Sonne in 100 gleiche Theile, so ist die Bonnet-Titius'sche Progression (das sogenannte Bode'sche Gesetz der Abstände) folgende:

☿ $= 4.$
♀ $= 2^{0}.\ 3 + 4 = 7$
♁ $= 2^{1}.\ 3 + 4 = 10$
♂ $= 2^{2}.\ 3 + 4 = 16$
.. $= 2^{3}.\ 3 + 4 = 28$
♃ $= 2^{4}.\ 3 + 4 = 52$
♄ $= 2^{5}.\ 3 + 4 = 100$

Zieht man nun hier überall 4 ab, so erhält man die Zahlenreihe:

3, 6, 12, 24, 48, 96,

also eine steigende geometrische Progression mit dem Exponenten 2, d. h. von der Mercursbahn an gerechnet verdoppeln sich die Abstände der Planeten. Geht man nun in der Tonleiter von Octave zu Octave fort, so erhält man gleichfalls eine fortschreitende Verdoppelung der Schwingungszahl vom Grundton d. h. dieselbe geometrische Progression. Dies ist ein rein zufälliges Zusammentreffen. Indem nun Kepler die Bewegungen der Planeten nach Octaven abzählt, so trägt er vermöge dieser zufälligen Uebereinstimmung die Gesetzlichkeit, welche erfahrungsmäßig in den Abständen herrscht, in die Zahlenreihe über, welche die Geschwindigkeiten der Planeten darstellt, und da beide Zahlenreihen, die der Abstände und die der Geschwindigkeiten, nach dem dritten keplerschen Gesetz zusammenhängen, so muß eine Lücke, welche in der einen Reihe sich findet, auch in der anderen vorkommen."

Kepler's Meinung ist schließlich, der Schöpfer habe die verhältnißmäßigen Abstände der Planeten von der Sonne nach den fünf regulären Körpern geordnet, für jeden einzelnen Planeten aber eine solche Form der Ellipse (d. h. eine solche Excen-

tricität) gewählt, daß das Verhältniß der kleinsten heliocentrischen Winkelgeschwindigkeit zu seiner größten ein harmonisches Intervall giebt. In diesen Intervallen ist allerdings eine kleine Unreinheit, auch diese suchte Kepler zu erklären, aber freilich auf eine so künstliche und verwickelte Weise, daß ich nicht hoffen könnte, Ihnen dieselbe deutlich zu machen. Sonderbar ist es gewiß, daß Tycho de Brahe und Kepler, durch einen uralten Mythus auf den Gedanken der Sphärenharmonie gebracht, die wesentlichen Ansichten, welche jener Mythe zu Grunde lagen, die festen Sphären und den Einfluß der ungleichen Abstände, gänzlich beseitigten, dennoch aber die Phantasie, welche man daraus abgeleitet hatte, eine unhörbare Weltmusik, in gewissem Grade aufrecht erhielten. Also das angenommene Instrument wurde aufgegeben, und auch von wirklichen Tönen war nicht mehr die Rede, dennoch aber von einer Harmonie der Sphären. Es erinnert das beinah an das Lichtenbergische Taschenmesser ohne Heft und Klinge. Apelt sagt in seiner Einleitung: „Es ist wahr, die Harmonice mundi haben keinen reellen Werth mehr für die Astronomie, allein aus einem höheren Gesichtspunkte betrachtet, bieten sie ein nicht minder anziehendes Interesse als der Timäus des Platon, ja ich möchte behaupten, ein noch höheres dar. Denn obschon die Zeit über sie entschieden hat, daß sie Phantasien und keine Wissenschaft enthalten, so bildet doch die Harmonie des Himmels, welche Kepler lehrte, in der Culturgeschichte des menschlichen Geistes die Brücke zur Mechanik des Himmels. Kepler's Ansichten und Arbeiten sind in der Geschichte der Naturwissenschaften das verbindende Mittelglied zwischen der platonisch-pythagoräischen Naturphilosophie und den inductiven Naturwissenschaften."

Ist aber auch die Musik des Himmels als ein kühnes Traumbild erkannt und ohne wissenschaftliche Bedeutung, so wird sie doch lange noch eine willkommene Aufnahme finden im Reich der Dichter, die das Vorrecht haben, den Flug ihrer Phantasie auch durch Irrthümer tragen zu lassen, so lange diese noch nicht den Stempel der Ungereimtheit oder Lächerlichkeit zu deutlich an sich tragen. Was Sie soeben über das Nichtbestehen von Tönen im Weltraum gelesen haben, wird Niemand den Genuß solcher Perlen der Dichtkunst beeinträchtigen, mit denen die Werke eines

Shakespeare vielfach geschmückt sind, wie die nachstehenden aus dem Kaufmann von Venedig:

Sieh, wie die Himmelsflur
Ist eingelegt mit Scheiben lichten Goldes!
Auch nicht der kleinste Kreis, den du da siehst,
Der nicht im Schwunge wie ein Engel singt
Zum Chor der hellgeaugten Cherubim.
So voller Harmonie sind ew'ge Geister:
Nur wir, weil uns dies morsche Kleid von Staub
So grob umhüllt, wir können sie nicht hören.

Sechsundfunfzigster Brief.

Astronomisches Zahlenspiel.

„Ich schließe diese Betrachtungen über die Abstände und räumliche Reihung der Planeten mit einem Gesetz, welches eben nicht diesen Namen verdienet, und das Lalande und Delambre ein Zahlenspiel, Andere ein mnemonisches Hülfsmittel nennen." Kosmos S. 441.

Was hier im Kosmos über das vermeintliche Gesetz der Planetenabstände gesagt ist, bedarf wohl keiner weiteren Besprechung. Aber es sind ähnliche Versuche auch in anderen Richtungen der Astronomie gemacht worden, über die einige Worte zu sagen nicht ganz unpassend sein dürfte, da stets etwas Verführerisches in solchem Zahlenspiel liegt.

Nicht nur hat der Mensch, seitdem er nachzudenken anfing, Harmonie überall im Baue der Welt gesucht, sondern auch Schönheit und Zweckmäßigkeit, oder vielmehr er wurde durch überall im Einzelnen vorhandene und beobachtete Harmonie dahin geleitet, auch für das Ganze eine solche vorauszusetzen und eifrig zu suchen. Ich habe Ihnen im vorigen Briefe zu zeigen gesucht, daß jene vorausgesetzte Harmonie von Zahlenverhältnissen und selbst von Tönen nicht in der Art nachweisbar ist, in welcher man sie zu finden hoffte. Mit der Schönheit und mit der Zweckmäßigkeit verhält es sich ähnlich, und es kommt noch hinzu, daß wir erst wissen müßten, was eigentlich — von menschlichen Vorurtheilen abgesehen — schön und zweckmäßig zu nennen ist,

ehe wir eine à priori vorausgesetzte höchste Vollendung in diesen Richtungen mit der Hoffnung auf Erfolg suchen können. Etwas ganz Anderes ist es, wenn wir das factisch Gefundene dann schön oder zweckmäßig nennen, und danach erst unsere Ansichten über diese idealen Begriffe bilden. Es läßt sich erwarten, daß wir den vorhandenen Weltbau stets harmonisch, gut, schön und zweckmäßig finden, eben weil in ihm Alles sich nach einander gerichtet, einander gegenseitig angepaßt hat, weil überall nicht die Folgen launischer Willkühr, sondern ein inniges Ineinandergreifen der Bedingungen erkennbar ist. Aber unsere menschliche Fassungskraft ist viel zu gering, um im Voraus zu entscheiden, wie die Welt sein muß, um harmonisch und zweckmäßig zu sein. Alle Versuche der Art, welche nur zu oft von den nicht empirischen Naturphilosophen gemacht worden sind, schlugen fehl und werden wohl stets fehl schlagen; sie ließen sich von einem frommen Standpunkte aus sogar als übermüthig, unehrerbietig und frevelhaft bezeichnen. Es ist das eben der dem empirischen entgegengesetzte Weg, welchen zuweilen die Dialektiker, die Mystiker und die Poeten auf dem Gebiete der Kosmologie einzuschlagen versucht haben. Er geht von einem angenommenen Ziele aus, anstatt einem wirklichen entgegen zu streben.

Sicher sind die Raum- oder Zahlenverhältnisse im Bau des Himmels nicht bedeutungslos und zufällig; wir mögen suchen das Gesetzliche in dem scheinbar Zufälligen überall und so auch hier aufzufinden, es kann aber zu keinem befriedigenden Resultate führen, wenn man diese Bedeutung nicht finden, sondern nur errathen will, die Möglichkeit einer falschen Deutung ist in diesem Falle viel größer, als die einer richtigen. Gewiß sind z. B. die nachstehenden sehr bemerkenswerthe Thatsachen:

1) Daß bei keinem Planeten die Tageslänge (Rotationszeit) in der Jahreslänge (Umlaufszeit) ohne Bruch aufgeht, so daß also jeder am Ende eines Umlaufes der Sonne eine etwas andere Seite zukehrt, während dagegen bei den Monden Rotation und Umlauf eine Periode bilden;
2) Daß nicht zwei Planetenbahnen genau in derselben Ebene liegen, während sie sich doch alle einer mittleren nähern;

3) Daß alle Planeten nach derselben Richtung umlaufen und ebenso ihre Monde mit Ausnahme derer des Uranus, bei denen die Bahnebenen fast rechtwinklig auf der Bahnebene des Planeten stehen.

3) Daß keine Planetenaxe ganz senkrecht auf, oder parallel der Bahnebene steht;

5) Daß die Rotation der Sonne beinah gleich ist der unseres Mondes;

6) Daß Sonne und Mond uns Erdbewohnern beinah gleich groß erscheinen;

7) Daß die großen Perioden des Vorrückens der Nachtgleichen, der Drehung der Apsiden, und der Aenderung der Ekliptik einander beinah, aber doch nicht ganz gleich sind.

Das Alles sind wie gesagt interessante Thatsachen, und man kann von einigen derselben auch wohl allgemeinhin behaupten, daß sie in einer gewissen Beziehung zu einander stehen und daß sie sehr zur Mannichgfaltigkeit der himmlischen wie der irdischen Erscheinungen beitragen müssen, daß sie die Einförmigkeit mathematischer Symmetrie aufheben und eine gleichsam organische Vielgestaltung bewirken. Es ist auch gar nicht unmöglich, daß ihr inniger Zusammenhang durch wahre Forschung einst noch viel deutlicher werden wird. Sobald man aber schon jetzt weiter geht, und geheimnißvolle Zwecke oder Beziehungen speciell darin aufsucht, die sich eben noch gar nicht weiter nachweisen lassen, verfällt man sogleich in den gewöhnlichen Fehler mystischer Naturphilosophie.

Lassen Sie mich ein Beispiel solcher Zusammenstellung Ihnen vorlegen, welches von einem sehr kenntnißreichen und hochgeachteten Gelehrten herrührt, und welches daher um so unparteiischer eine große Zahl ähnlicher Zahlenspielereien vertreten kann, die von Anderen mit geringerem Scharfsinn ausgeführt worden sind. In einer erst dieses Jahr erschienenen Geschichte der Natur heißt es:

„Es wird in den Abständen und Umlaufszeiten der Weltkörper noch eine Harmonie von anderer Art gefunden, in welcher einige, auch in der Naturgeschichte unsrer Erde vorzüglich bedeutungsvolle Zahlen den Grundton bilden. So ist z. B. der Abstand des Uranus von der Sonne gleich dem siebenmali-

gen Abstand, und seine Umlaufszeit gleich der neunzehnmaligen der Asteroiden. Diese, die Asteroiden, sind siebenmal, Uranus siebenmal siebenmal weiter von der Sonne entfernt als Mercur, und ein Jahr der Asteroiden dauert neunzehn, ein Jahr des Uranus gegen neunzehn mal neunzehn so lang, als ein Jahr des Mercur. Es ist zugleich der Abstand des Uranus von der Sonne neunzehnmal so groß als jener der Erde, und sein Jahr dauert vier und achtzig mal länger, als das unseres Planeten, während der große Cyklus, welchem die Bewegungen unserer Mondbahn folgen, neunzehn Jahre, oder vier und achtzig mal vier und achtzig Tage, ein einzelnes Erdenjahr aber gegen neunzehn mal neunzehn Tage beträgt. Jener Mondencyklus von fast neunzehn Jahren umfaßt $227^2/_3$ synodische Monate; $227^2/_3$ mal $227^2/_3$ solche Zeiten bilden aber einen anderen für unser Planetensystem höchst merkwürdigen Cyklus, welcher schon den Indern bekannt gewesen zu sein scheint. Es umfaßt derselbe 4320 Mondenjahre, und jenes rechnende Volk, in seiner besonderen Vorliebe für riesenhafte Zahlen hat an jene Summe nach Willkür eine bald längere bald kürzere Reihe von Nullen angefügt, um die Einheit in möglichst kleine Decimaltheile zu zerlegen, während umgekehrt, mit Hinwegnahme aller Nullen, der Durchmesser der Erdbahn, sowie der der Mondbahn, jener nach Sonnen- dieser nach Mondenhalbmessern nahe an 432 misset. Jene Naturperiode von 4320 Mondenjahren umfaßt fünfzig Uranus-, 12 mal 12 Saturnusjahre, und eben so viele Jupiterjahre, als das Mondenjahr Tage zählet, nämlich gegen 354; ferner 50 mal 19 Asteroiden-, 2222 Marsjahre; dann eben so viele Mondenjahre, als der 19jährige Mondencyklus Tage zählet (6793) und beiläufig 354 mal 354 Mercurjahre.

Wenn wir ferner jene Bewegungen beachten, denen, vermöge der gegenseitigen Anziehung der Weltkörper, die Stellung der Knoten der Bahnen auf der Ebene des Sonnenäquators, eben so wie die der Sonnennähen und Sonnenfernen unterworfen sind: so sehen wir dieselben an einem Ideal auf- und niederschweben, welches vor ohngefähr 6000 Jahren in seiner ganzen Vollkommenheit in unserem Planetensysteme stattgefunden hat; ein Zeitpunkt, welcher auch in der Geschichte unseres Planeten auf andere, tiefer gegründete Weise ausgezeichnet erscheint.

Es war dieses unter Anderem auch die Zeit, in welcher die Sonnennähe der Erde mit dem Herbstäquinoctium zusammenfiel, so daß von ihren genäherten Strahlen alle Theile des Planeten von dem Aequator bis zu beiden Polen in gleichmäßiger Zeitdauer beleuchtet wurden. Und wenn an jenen bedeutungsvollen Moment der Geschichte seiner Erde der Mensch den Faden der Geschichte seines Geschlechtes knüpft, dann hat er dazu noch einen anderen Grund als jenen, den ihm die Urkunde der Völker giebt. Denn wie der Mond, in dem Verhältniß seiner erscheinenden Größe, so wie der Dauer seiner Bewegung um die eigene Are mit dem königlichen Gestirne der Sonne in harmonischem Einklang — das Abbild im Kleinen mit dem großen Urbild steht, so der Mensch mit seiner Erde. In dem Verhältniß der leiblichen Größe und der mittleren Geschwindigkeit des Menschen zu dem Umfang des Planeten, den er bewohnt, wiederholt sich in auffallender Weise das Verhältniß der Geschwindigkeit dieses Planeten auf dem Umkreis seiner Bahn um die Sonne. Ja selbst jene große planetarische Naturperiode von 25,600 Jahren, in welcher das Vorrücken der Nachtgleichen seinen Lauf vollendet, erscheint nach höherem Maßstabe als eine Zahl, deren Einheit die Dauer des Menschenlebens ist. Denn diese Dauer nach dem gewöhnlichen Maß von 70 Jahren verhält sich zu jenem großen Zodiakaljahre, wie der einzelne Tag zu der Zahl der Tage eines Erdenjahres. Mit Recht darf deshalb der leiblich kleine und kurzlebende, geistig aber große und langlebende Herrscher der Erde in den Hauptmomenten der Geschichte seines Geschlechtes eine harmonische Uebereinstimmung ahnen, mit den Zeiträumen jenes sichtbaren Weltganzen, dessen Sein auch sein eignes Sein ist."

Sie werden beim Lesen der vorstehenden Zeilen hoffentlich nicht die mehrfach eingeschalteten „gegen, fast, nahe" übersehen haben, diese gerade sind für uns von ganz besonderer Bedeutung, denn sobald man etwas näher zusieht und genauer rechnet, so ergiebt sich bald, daß die dadurch angedeutete Differenz oft eine recht bedeutende ist. Aber selbst wenn alle jene Werthe genau in den Verhältnissen ständen, welche hier angedeutet oder vorausgesetzt sind, so würde es doch vor der Hand noch sehr voreilig sein, bestimmte Folgerungen daraus zu ziehen, und am wenigsten vermag ich meinestheils solche Bezie-

hungen zu bewundern, wie die zuletzt angedeutete zwischen der gewöhnlichen Dauer des Menschenlebens und des Zodiakaljahres. Himmel und Erde bieten, so scheint es mir, noch Anregung und Stoff in überschwenglicher Fülle zu wahrer Forschung dar, so daß wir nicht nöthig haben uns mit der Bedeutung von Zahlen und Erscheinungen abzuquälen, für deren Ergründung noch viel zu wenig Unterlagen gewonnen sind. Und sollte es wirklich eine höhere Frömmigkeit verrathen, wenn Jemand eigenmächtige Vermuthungen über den Weltbau und seine Zweckmäßigkeit aufstellt, als wenn ein Anderer seinen wahren Zusammenhang zu ergründen sucht, ohne sich dabei von vorgefaßten Meinungen über Zweckmäßigkeit und Schönheit leiten zu lassen?

Siebenundfunfzigster Brief.

Dichtigkeit und Masse der Planeten.

„Die vorher erwähnten Volumina und Massen anwendend, erhält man für die Dichtigkeiten der Planeten (je nachdem man die des Erdkörpers oder die des Wassers gleich 1 setzt) folgende numerische Verhältnisse:

Planeten	Verhältniß zum Erdkörper	Verhältniß zur Dichtigkeit des Wassers
Mercur	1,235	6,71
Venus	0,940	5,11
Erde	1,000	5,44
Mars	0,958	5,21
Jupiter	0,243	1,32
Saturn	0,140	0,76
Uranus	0,178	0,97
Neptun	0,230	1,25

Der zunehmenden Dichte nach müssen demnach Planeten und Sonne folgendermaßen gereihet werden:

Saturn, Uranus, Neptun, Jupiter, Sonne, Venus, Mars, Erde, Mercur.

Obgleich die dichtesten Planeten, im Ganzen genommen, die der Sonne näheren sind, so ist doch, wenn man die Planeten einzeln betrachtet, ihre Dichtigkeit keinesweges den Abständen proportional, wie Newton anzunehmen geneigt war." Kosmos S. 445 und 447.

Die Dichtigkeitsverhältnisse der einzelnen Planeten sind von ganz besonderem Interesse, da sie beinahe eine mit ihrer räum-

lichen Anordnung übereinstimmende Reihe bilden, der Art, daß die Dichtigkeit von Innen nach Außen abnimmt. Ja man hat geradezu diese Reihe eine Zeit lang für etwas sehr Wesentliches und Wichtiges gehalten, als in Uebereinstimmung stehend mit einer ursprünglichen Ballung der Gesammtmasse, aus welcher später die einzelnen Körper des Sonnensystems hervorgegangen seien. Man meinte nämlich, diese Masse müsse ganz nothwendig in ihrem Innern, in der nächsten Umgebung ihres gemeinsamen Schwerpunktes, am dichtesten geworden sein, oder es müßten sich dort die dichtesten, schwersten Massentheile vorzugsweise angehäuft haben. Daß besonders die Massen der Sonne, der Venus, des Saturn und Neptun mit einer solchen Reihung nicht ganz übereinstimmen und selbst die übrigen davon abweichen, wenn man die Verhältnisse ihrer Sonnenabstände vergleicht, lehrt uns, daß, wenn wirklich das Sonnensystem aus einer mächtigen Stofflinse hervorgegangen sein sollte (vergl. Brief 1, Bd. III.), entweder die Anordnung der materiellen Theile in derselben nicht lediglich nach den Gesetzen der Massenanziehung (Schwere) erfolgt sein kann, oder daß wenigstens später bei der Individualisirung der Einzelkörper ungleiche und nicht genau der Entfernung vom Mittelpunkt entsprechende Attractionswirkungen eingetreten sein müssen.

Sehr nahe liegt hier die Frage, sind die Grundstoffe, aus welchen die Einzelkörper unseres Sonnensystemes bestehen, im Allgemeinen dieselben und nur ihre Mengungsverhältnisse ungleich, oder sind diese Grundstoffe vielleicht in den einzelnen Planeten sehr verschieden und verschieden von denen unserer Erde? Beides ist möglich und die ganze Frage nicht absolut zu entscheiden. Die einzigen materiellen Proben, welche uns von Körpern zukommen, die wahrscheinlich nicht unserer Erde angehören, sind die Meteorsteine. In diesen sind keine neuen, sondern nur irdische Grundstoffe aufgefunden worden, wenn auch bei weitem nicht alle, die wir auf der Erde kennen. Das ist allerdings von großer Wichtigkeit, da aber die Meteorsteine, wenn sie auch als außerirdisch anzusehen sind, doch jedenfalls einer der Erde nahen Region des Sonnensystemes angehören, so können auch sie nichts beweisen für jene fernen Planeten, wie Saturn und Uranus, deren Gesammt-Dichtigkeit (specifisches

Gewicht) nur etwa der des Korkes und trockenen Buchenholzes entspricht.

Andere Grundstoffe, als vorherrschend gedacht, würden eben sowohl als die anderen Beleuchtungs- und Erwärmungsverhältnisse eine gänzliche Abweichung der Natur des organischen Lebens bedingen, wenn überhaupt ein solches, analog unserer Erde, auf jenen Himmelskörpern bestehen sollte. Keine Gesteinsmassen, denen unserer Erde ähnlich, können, so scheint es, den festen Körper des Saturn bilden, sondern irgend welche andere uns ganz unbekannte Substanzen (Stoffverbindungen) müssen ihn zusammensetzen, aber die Grundstoffe dieser Substanzen können dennoch irdische sein.

Um die Reihung der Massen allseitig zu beurtheilen, hat man ferner versucht, außer der specifischen Schwere, auch die Größe, das Volumen zu berücksichtigen, indem man aus beiden die Summe der in jedem Hauptplaneten vereinigten Massentheilchen von gleichem specifischen Gewicht, also die Verhältnisse ihrer absoluten Gewichte berechnete.

Die Erde wiegt, wie wir im vierten Briefe des I. Bandes gesehen haben, 114,256 Trillionen Leipziger Centner; nimmt man dieses Gewicht als Einheit an, so ergeben sich für die Sonne und die größeren Planeten folgende Werthe:

Sonne	359551,00
Mercur	0,073
Venus	0,894
Erde ohne Mond	1,00
Erde mit dem Mond	1,011
Mars	0,134
Jupiter ohne Monde	343,063
Jupiter mit den Monden	343,122
Saturn ohne Monde	102,681
Saturn mit dem Ringsystem	103,551
Uranus ohne Monde	14,612
Neptun ohne Monde	24,889

Die kleineren Planeten sind hierbei, sowie in der vorhergehenden Dichtigkeitsreihe, unberücksichtigt geblieben, weil weder ihre Zahl noch ihre Größen vollständig genug bekannt sind; in der Region, welche sie einnehmen, ist unter allen Umständen eine noch

nicht hinreichend erkannte und deshalb einstweilen nicht zu berücksichtigende Lücke in allen diesen Reihen vorauszusetzen. Sie werden aber aus dem vorstehenden Verzeichniß jedenfalls erkennen, daß auch die Massen oder absoluten Gewichte der Planeten keine constante Reihe bilden, aus der sich irgendwie auf den Urzustand unseres Sonnensystemes schließen ließe. Es folgen dieselben vielmehr ihrem absoluten Gewichte nach (Kosmos S. 445) so aufeinander: Mercur, Mars, Venus, Erde, Uranus, Neptun, Saturn, Jupiter.

Achtundfunfzigster Brief.

Einfluß der Schiefe der Ekliptik.

„Da von der Größe der Neigung der Erdaxe gegen die Ebene ihrer Bahn, also von der Schiefe der Ekliptik (d. h. von dem Winkel, welchen die scheinbare Sonnenbahn in ihrem Durchschnittspunkte mit dem Aequator macht), die Vertheilung und Dauer der Jahreszeiten, die Sonnenhöhen unter verschiedenen Breiten und die Länge des Tages abhangen, so ist dieses Element von der äußersten Wichtigkeit für die astronomischen Klimate, d. h. für die Temperatur der Erde, insofern dieselbe Function der erreichten Mittagshöhen der Sonne und der Dauer ihres Verweilens über dem Horizonte ist. Bei einer großen Schiefe der Ekliptik, oder wenn gar der Erdäquator auf der Erdbahn senkrecht stände, würde jeder Ort einmal im Jahr, selbst unter den Polen, die Sonne im Zenith, und längere oder kürzere Zeit nicht aufgehen sehen. Die Unterschiede von Sommer und Winter würden unter jeder Breite (wie die Tagesdauer) das Maximum des Gegensatzes erreichen. Die Klimate würden in jeder Gegend der Erde im höchsten Grade zu denen gehören, welche man extreme nennt und die eine unabsehbar verwickelte Reihe schnell wechselnder Luftströmungen nur wenig zu mäßigen vermöchte. — Wäre im umgekehrten Fall die Schiefe der Ekliptik Null, fiele der Erdäquator mit der Ekliptik zusammen, so hörten an jedem Orte die Unterschiede der Jahreszeiten und Tageslängen auf, weil die Sonne sich ununterbrochen scheinbar im Aequator bewegen würde. Die Bewohner des Pols würden nie aufhören sie am Horizonte zu sehen."

Kosmos S. 450.

Es ist in dieser Stelle von Möglichkeiten rücksichtlich der Axenstellung der Erde zu ihrer Bahnebene die Rede, welche theilweise an anderen Planeten unseres Sonnensystemes wirklich erkannt worden sind. Die Ekliptik des Saturn ist beinahe Null, d. h. seine Rotationsaxe steht fast senkrecht auf der Bahn-

ebene, und die des Uranus ist beinah 90°, d. h. seine Axe liegt ziemlich parallel der Bahnebene, so daß jeder seiner Pole eine Zeit lang der Sonne gerade zugekehrt ist. Wir werden bei Betrachtung dieser Planeten Gelegenheit finden, auf den wichtigen Einfluß dieser Thatsachen näher einzugehen. Bei der Erde ist die Größe der Ekliptik, d. h. die Neigung der Rotationsaxe gegen die Axe der Bahnebene (oder, was dasselbe ist, die Neigung der Aequatorebene gegen die Bahnebene), wie wir bereits im sechsunddreißigsten Brief gesehen haben, keine ganz unveränderliche, sondern eine periodisch langsam steigende und fallende, was nothwendig einigen Einfluß auf die klimatischen Zustände der davon betroffenen Zeiträume haben muß. Sir John Herschel sagt hierüber in seiner Astronomie: „Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Ebene der Ekliptik (unserer Erde) durch die Wirkung der übrigen Planeten etwas in ihrer Lage schwankt. Die Größe dieser Schwankung beträgt 48 Winkelsecunden in jedem Jahrhundert und ist von den Astronomen längst erkannt worden durch das Wachsen der Breite (Höhe) aller Sterne bestimmter Regionen, während die Breite anderer, in entgegengesetzter Lage, abnimmt. In Folge dieser Aenderung wird die Neigung der Ekliptik jetzt von Jahr zu Jahr kleiner. Aber diese Verminderung ihrer Schiefe kann, wie wir schon gesehen haben, gewisse mäßige Grenzen nicht überschreiten. Wenn sie diese erreicht hat, wird sie nach einer sehr langen Periode wieder wachsen, und so schwankt sie langsam auf und ab, während die Extreme höchstens 1 Grad 21 Minuten von dem mittleren Werthe abweichen." Der Zeitraum, innerhalb dessen diese Schwankungen sich wiederholen, ist, wie ihre Größe, nicht ganz gleichförmig, beträgt aber ungefähr 25,000 Jahre. Eine nothwendige Folge dieser kleinen periodischen Aenderungen in der Schiefe der Ekliptik muß bei ihrer Abnahme eine kleine Zusammenziehung, und bei ihrer Zunahme eine kleine Ausdehnung (Verbreiterung nach den Polen) der klimatischen Erdzonen sein. Aber so gering, daß sie gewöhnlicher Beobachtung entgeht.

Die Geologen haben schon längst irgend einen Zeitmaßstab schmerzlich vermißt, an welchem sie mit einiger Sicherheit die großen Perioden messen könnten, deren Resultate sie in dem Aufbau der festen Erdkruste erkennen. Bis jetzt ist es ihnen

nur möglich, das Aeltere oder Neuere der Bildungen zu unterscheiden, nicht aber das wie alt? zu erkennen. Wäre es möglich, Zustände im Bau der Erdkruste zu unterscheiden, welche sich, als durch die Aenderung in der Schiefe der Ekliptik bedingt, nachweisen ließen, so würde dadurch ein solcher Zeitmaßstab gewonnen sein, an dem man sich vielleicht bis in sehr frühe Perioden zurück zu tasten vermöchte. Es ist aber hierzu kaum eine Hoffnung vorhanden. Die klimatischen Aenderungen, welche durch die Schwankungen der Ekliptik bedingt werden, sind viel zu unbedeutend, um aus ihren Wirkungen in geologischen Untersuchungen erkannt werden zu können, zumal da die Geologie Spuren von viel größeren Temperaturänderungen ganz anderer Art deutlich nachweist, welche das Erkennen und Isoliren so kleiner Differenzen noch mehr erschwert, als es an sich schon schwierig ist. Leider gilt, wie wir im nächsten Briefe sehen werden, beinah dasselbe von den geologischen Wirkungen, welche durch die Drehung der großen Bahnaxe hervorgebracht zu werden vermögen, die überdies in gewissem Grade sich mit denen vermischen müssen, welche etwa an sich unbemerkbar, von den Aenderungen der Schiefe der Ekliptik herrühren.

Die Erkennung der Einzelwirkungen wird in diesen Fällen um so schwieriger, da noch einige andere in großen, aber ungleichen Perioden erfolgende Aenderungen der allgemeinen Erdlage hinzukommen, die ebenfalls kleine, d. h. für gewöhnliche Beobachtung unmerkbare, klimatische Aenderungen hervorbringen müssen und deren Ursachen innigst miteinander verbunden sind, indem sie sämmtlich aus der Anziehung der anderen Himmelskörper folgen. Dahin gehören:

1) Die Nutation, welche, wenn man sich dieselbe von allen anderen Aenderungen isolirt denkt, in einer elliptischen Drehung der Erdpole um ihre mittlere Lage innerhalb einer Periode von 19 Jahren besteht. Die dadurch hervorgebrachte Aenderung in der Richtung der Erdaxe beträgt aber nur 13,74 Secunden für die kleine Axe der Ellipse, in welcher sich die Pole drehen, und 18,5 Secunden für die große Axe derselben.

2) Das Vorrücken (die Präcession) der Nachtgleichen von Ost gegen West. Dasselbe beträgt jährlich 50,10

Winkelsecunden, und die ganze Periode (das sogenannte Platonische Jahr), innerhalb welcher die Nachtgleichenpunkte, von der Sonne aus gesehen, wieder an denselben Punkt des Firsternenhimmels zurückkehren, ist demnach 25868 Jahre.

3) Die Aenderung in der Excentricität der Erdbahn. Diese Excentricität nimmt gegenwärtig ab, und zwar jedes Jahrhundert etwa um $^{42}/_{1000000}$ der halben großen Are, das ist etwa 9 Meilen oder jährlich 440 Fuß. Die Periode dieser Aenderung ist sehr schwer bestimmbar. Man vermuthet, daß die Excentricität vor 13200 Jahren am größten war und in 35000 Jahren ihr Minimum erreichen wird. Demnach wäre die ganze Periode etwa 48000 Jahre.

Auch von diesen periodischen Aenderungen hat man nicht die geringste Spur in irgend einer geologischen Thatsache erkannt.

Ich wende mich von diesem fruchtlosen Versuch, in den großen Perioden der Erdarenstellung ein geologisches Zeitmaß zu finden, zu jener anderen Betrachtungsweise, welche die factische Schiefe der Ekliptik als eine ganz vorzugsweise zweckmäßige und weise Einrichtung unseres Weltbaues preist. In der That ist es unverkennbar, daß die Bewohnbarkeit der Erde für uns Menschen, daß überhaupt die Natur der uns umgebenden Thier- und Pflanzenwelt in hohem Grade von diesem Zusammentreffen der Umstände abhängig ist. Die Bewohner der Erde würden unfehlbar ganz anders organisirt sein müssen, als sie es sind, wenn z. B. die Ekliptik um 20 Grad mehr oder weniger gegen die Ebene des Aequators geneigt wäre. — Solche für uns Menschen unpassende Möglichkeiten zu erdenken, steht unserer Phantasie ganz frei, und daß aus ihrer unbeschränkten Zahl für die Erde gerade der Fall heraus gewählt und verwirklicht ist, welcher unserer Natur am meisten anpaßt, kann für den ersten Anblick als höchst weise und zweckmäßig überraschen; man hat diesen Umstand als eine ganz besondere Fürsorge für das Menschengeschlecht dargestellt, welches beinah jedes einzelne Mitglied desselben mit mehr Naivetät, als Bescheidenheit, für den höchsten Endzweck der unendlichen Schöpfung anzusehen gewohnt ist. Diese Art der Auffassung kann, wie mir scheint, nicht genug

bekämpft werden, da sie die gesammte Weltanschauung verdunkelt und auf den Kopf stellt, Ursache und Folge verwechselt, eine unabsehbare Reihe von Trugschlüssen oder Irrthümern nach sich zieht, den Stolz und die Eitelkeit der Menschen im höchsten Grade befördert. Warum, so müssen wir fragen, wenn der Mensch Endzweck der ganzen Weltschöpfung sein soll, sind nicht auch die anderen Planeten so zweckmäßig eingerichtet, daß sie von ihm bewohnt werden können? Warum hat der Saturn gar keinen Wechsel der Jahreszeiten? Warum hat der ohnehin für unser Bedürfniß so stiefmütterlich mit Licht und Wärme versorgte Uranus abwechselnd auf einer Polarhälfte stets Tag und Sommer, auf der andern stets Nacht und Winter? — Eine naturgemäße Anschauung der Dinge kann nur zu dem Resultat führen, daß das organische Leben der Erde, und an seiner Spitze der Mensch, sich gerade so entwickelt hat, wie es ist, weil die astronomische Beschaffenheit der Erde so ist, wie sie ist. Das Organische ist in seiner Besonderheit stets eine Folge des Unorganischen, diese Besonderheit ist nicht sein Zweck, sie hat sich nur überall den bestehenden Verhältnissen angepaßt. Wäre die Neigung der Erdaxe eine ganz andere gewesen, sie würde dennoch mit demselben Recht eine zweckmäßige genannt werden können, für diejenige organische Lebenswelt, die sich dann, in mancher Beziehung abweichend von der gegenwärtigen, entwickelt haben würde. Wollten wir die besonderen Organismen der Erde, und namentlich den Menschen, als letzten Zweck der ganzen Schöpfung betrachten, so würden wir in die eigenthümliche Lage kommen, alle anderen Himmelskörper, namentlich die Planeten und Monde unseres Sonnensystems, deren Natur näher bekannt ist, für sehr unzweckmäßig eingerichtet erklären zu müssen. Soll hier überhaupt von einem Zweck und von Mitteln zu dessen Erreichung die Rede sein, so könnte als Zweck doch höchstens ganz allgemein die Hervorbringung höchster, geistig entwickeltster Organismen bezeichnet werden, nicht aber die besondere irdische Form, der Mensch, welche gerade den besonderen Verhältnissen der Erde angepaßt ist, die uns natürlich nun ausschließlich brauchbar und angenehm vorkommen müssen. Wir mögen immerhin vermuthen, daß auf allen Himmelskörpern sich etwas dem organischen Leben auf der Erde Entsprechendes ent-

wickelt hat, es wird aber überall den vorhandenen physikalischen Zuständen entsprechen, der Art, daß man diese mit demselben Recht, wie bei unserer Erde, höchst zweckmäßig nennen darf. Aber die Unterschiede dieser physikalischen Zustände sind offenbar so groß, daß man gar nicht über die besondere Natur des organischen Lebens auf anderen Himmelskörpern zu urtheilen vermag. Es ist dies ein alle unsere Erfahrungen gänzlich überschreitendes Gebiet.

Die über menschliche Begriffe erhabene Weisheit der Welteinrichtungen — wenn es erlaubt ist so zu sagen — besteht nicht in der Verfolgung oder Anstrebung eines uns deutlichen, eines von uns erkannten Zweckes, sondern wir begreifen davon nur das vollkommene Zusammenpassen alles Vorhandenen.

Warum soll das Eine nur Mittel, das Andere Zweck sein? Erfüllt nicht Alles im eignen Bestehen schon den Zweck seines Daseins? „Daß Alles mit einander im Zusammenhange steht, daß eine Daseinsform die andere verbraucht, um sich ins Leben zu setzen und zu bethätigen, daß eine Erscheinung aus der anderen hervorgeht, und daß sich zuletzt Alles auf einen gemeinsamen Grund zurückführen, aus einer Ursache, d. h. einer ursprünglichen Sache herleiten läßt, dies ist etwas ganz Anderes als ein Zweckverhältniß."

Ich meinestheils bin weit davon entfernt, eine solche Auffassungsweise der Natur für unehrerbietig zu halten. Anstatt die Bewunderung und Ehrfurcht vor dem Inbegriff alles Seins zu erschüttern, wird sie vielmehr falsche Richtungen dieser Bewunderung und Ehrfurcht gegen richtigere zu vertauschen bestrebt sein, und gleichzeitig die dem Menschen so verführerische Ueberschätzung seiner eignen Bedeutung in angemessene Schranken verweisen. — Kann es wohl zur wahren Verehrung dauernd beitragen, wenn man, statt der wirklichen und überall in Fülle vorhandenen Gründe, einzelne Scheingründe dafür aufsucht? wenn man sich Täuschungen über die wahre Natur der Dinge mit einer Art von Fanatismus hingiebt, anstatt sie in ihrem hellsten, ihnen weit günstigeren Lichte zu schauen? —

Neunundfunfzigster Brief.

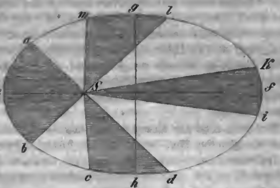
Aenderung der Erdbahnlage.

„Durch die Veränderung der Position der Absidenlinie fällt allmälig der Punkt, in welchem die Erde der Sonne am nächsten ist, in ganz entgegengesetzte Jahreszeiten. Wenn gegenwärtig das Perihel in die ersten Tage des Jänners, wie die Sonnenferne (Aphel) sechs Monate später, in die ersten Tage des Julius, fällt; so kann durch das Fortschreiten (die Drehung) der Absidenlinie oder großen Axe der Erdbahn das Maximum des Abstandes im Winter, das Minimum im Sommer eintreten, so daß im Januar die Erde der Sonne um 700,000 geographische Meilen (d. i. ohngefähe $^1/_{30}$ des mittleren Abstandes der Erde von der Sonne) ferner stehen würde als im Sommer. Auf den ersten Anblick möchte man also glauben, daß das Eintreten der Sonnennähe in eine entgegengesetzte Jahreszeit (statt des Winters, wie jetzt der Fall ist, in den Sommer) große klimatische Veränderungen hervorbringen müsse; aber in der gemachten Voraussetzung wird die Sonne nicht mehr sieben Tage länger in der südlichen (?) Halbkugel verweilen; nicht mehr, wie jetzt, den Theil der Ekliptik vom Herbst-Aequinoctium bis zum Frühlings-Aequinoctium in einer Zeit durchlaufen, welche um eine Woche kürzer ist als diejenige, während welcher sie die andere Hälfte ihrer Bahn, vom Frühlings- zum Herbst-Aequinoctium, zurücklegt. Der Temperatur-Unterschied (und wir verweilen hier blos bei den astronomischen Klimaten, mit Ausschluß aller physischen Betrachtungen über das Verhältniß des Festen zum Flüssigen auf der vielgestalteten Erdoberfläche), der Temperatur-Unterschied, welcher die befürchtete Folge der Drehung der Absidenlinie sein soll, wird meist dadurch im Ganzen verschwinden, daß der Punkt, in welchem unser Planet der Sonne am nächsten steht, immer zugleich der ist, durch den der Planet sich am schnellsten bewegt. Das schöne, zuerst von Lambert aufgestellte Theorem, nach dem die Wärmemenge, welche die Erde in jedwedem Theile des Jahres von der Sonne empfängt, dem Winkel proportional ist, den in derselben Zeitdauer der Radius vector der Sonne beschreibt, enthält gewissermaßen die beruhigende Auflösung des oben bezeichneten Problems.“ Kosmos S. 457.

Es handelt sich hier, wie Sie sehen, um die etwaige Möglichkeit einer bedeutenden Aenderung der klimatischen Zustände unseres Erdkörpers durch die wenn auch sehr langsam fortschreitende Aenderung in der Lage der großen Axe der Erdbahn im Vergleich zur Lage d. h. Richtung der Erdaxe. Um Ihnen das Alles möglichst deutlich zu machen, wird es nöthig sein, nicht nur etwas weit auszuholen, sondern auch Manches zu wiederholen.

Wir können die Sonne in Beziehung zur Erde als unbewegt im Centrum oder Schwerpunkt des Sonnensystemes fest stehend betrachten, denn die kleinen Schwankungen der Sonne, hervorgebracht durch die Stellung der Planeten, sind für den gegenwärtigen Zweck ganz bedeutungslos. Um die Sonne beschreibt die Erde jährlich ihre elliptische Bahn. Die Sonne nimmt aber — was für diese Betrachtung besonders wichtig ist

— nicht den Mittelpunkt, sondern einen der Brennpunkte dieser elliptischen Bahn ein, die große Axe der Bahn dreht sich in einer sehr langen Periode um diesen Brennpunkt, während die Erdaxe dieselbe Richtung behält, und die Erde bewegt sich nicht in allen Theilen ihrer Bahn mit gleicher Geschwindigkeit, sondern um so schneller, je näher sie der Sonne kommt. Es ist dieser letztere Umstand, welcher durch das zweite Kepler'sche Gesetz ausgedrückt wird, welches ich Ihnen an der nachstehenden Figur deutlich zu machen hoffe.

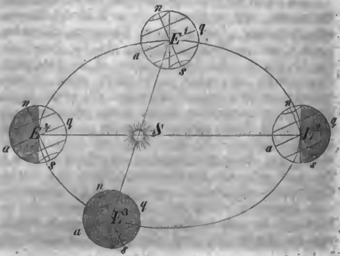


e h f g sei die Ellipse der Erdbahn; in S, einem ihrer Brennpunkte, steht die Sonne; e ist der Punkt der Sonnennähe (Perihelium), f der Punkt der Sonnenferne (Aphelium), g und h sind die Nachtgleichenpunkte. In der Sonnennähe legt die Erde in einer Stunde 15,000, in der Sonnenferne 19,500 Meilen, in g und h 14,700 Meilen zurück. Kepler ermittelte das Gesetz dieser Verschiedenheit und drückte es wie folgt aus: die gerade Linie zwischen Sonne und Planet, genannt Radius Vector, durchläuft in gleichen Zeiten stets gleich große Flächenräume. Die Figur macht dies hoffentlich vollkommen klar. Wenn man nämlich in dieser Ellipse von S aus vier gleich große nach den Axenenden gerichtete, hier schattirte Flächenräume aufzeichnet, so muß der nach der Sonnennähe e hin liegende der breiteste sein, weil seine Dimension Se die kürzeste ist, der nach der Sonnenferne f hin liegende dagegen muß der schmalste sein, weil seine Länge Sf die größte ist;

ebenso müssen die Ausschnitte nach g und h hin mittlere Länge und mittlere Breite haben. Da der Planet die diesen Flächen entsprechenden Bahnbogen ab, cd, ik und lm in gleicher Zeit durchläuft, so ist's klar, daß er sich in der Sonnennähe in derselben Zeit durch den größten, in der Sonnenferne durch den kleinsten, in den Nachtgleichengegenden durch Bogen von mittlerer Länge hindurch bewegt, d. h. seine Geschwindigkeit ist im Perihel am größten, im Aphel am kleinsten und hat in der Mitte zwischen beiden einen mittleren Werth.

Die Sonne strahlt aber, abgesehen von den im einundfunfzigsten Briefe berührten kleinen Abweichungen, Licht und Wärme nach allen Seiten hin gleichmäßig aus, während die Erde sich nach Obigem in ihrer Bahn mit etwas ungleicher Geschwindigkeit und ungleichem Abstand um sie bewegt, und durch diese Bahnbewegung bei schiefer Axenstellung, sowie durch ihre eigene Axendrehung, den Wechsel der Jahreszeiten wie der Tage und Nächte veranlaßt.

Bei dieser jährlichen Bewegung und täglichen Drehung der Erde bleibt also ihre Axe, abgesehen von kleinen Schwankungen, unverändert in derselben Richtung, nach demselben Punkt des Himmels gekehrt. Der nachstehende Holzschnitt mag diesen ganzen Vorgang noch mehr verdeutlichen.



S bedeutet die Sonne, E^1, E^2, E^3 und E^4 die Erde in den vier besonders wichtigen Stellungen, am Anfangspunkt der 4 Jahreszeiten. Es sei nun E^1 der Frühjahrspunkt, in welchem die Erde am 21. März steht, E^2 der Sommerpunkt am 21. Juni, E^3 der Herbstpunkt am 21. September und E^4 der Winterpunkt am 21. December. In jeder dieser Stellungen ist die Richtung der Erdaxe n s dieselbe und die Erde dreht sich täglich um dieselbe herum. Da nun die Sonne nur eine Hälfte der Erdoberfläche zugleich erleuchten kann, so wird diese Erleuchtung in der Weise stattfinden, wie es durch die Zeichnung ausgedrückt ist. In der Stellung E^1 ist die ganze uns zugekehrte Erdseite vom Nordpol n bis zum Südpol s erleuchtet, die Sonne steht senkrecht über dem Aequator a q, Tag und Nacht sind zu dieser Zeit überall gleich lang, es ist die Zeit der Frühjahrsäquinoctien. Ganz dasselbe findet statt zur Zeit der Herbstäquinoctien in der Stellung E^3, nur mit dem Unterschied, daß uns die Zeichnung die Nachtseite der Erde zukehrt.

E^2 ist die Stellung der Erde am 21. Juni, zur Zeit der nördlichen Sommersolstitien. Für die nördliche Hemisphäre ist es Sommer. Der Nordpol n und seine nächsten Umgebungen bis zum Polarkreis sind ununterbrochen beleuchtet, die Sonne geht in dieser Zeit dort gar nicht unter, während dagegen die Umgebung des Südpoles bis zum südlichen Polarkreis von ihr gar nicht beschienen wird. Der Halbmesser dieser beiden Kreise entspricht der Schiefe der Ekliptik und beträgt deshalb gegenwärtig 23° 28′ Breite. Sie werden erkennen, daß die Größe dieser Polarkreise genau abhängig ist von dem Winkel, welchen die Erdaxe n s mit der Ebene ihrer Bahn oder mit deren Durchmesser E^2 E^4 macht. Gerade umgekehrt als in E^2 ist das Verhalten in der Stellung E^4. Hier ist für die südliche Hemisphäre Sommer, für die unsrige Winter. Es ist die Zeit des Wintersolstitiums.

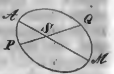
Von selbst leuchtet ein, daß die Länge der Tage im Sommer für jeden Ort um so größer sein muß, je näher er dem Pole liegt. Darum sind die Sommertage in Stockholm länger als in Berlin, in Berlin länger als in Wien.

Nun ist aber die Temperatur jedes Theiles der Erdoberfläche wesentlich abhängig von der Sonnenbestrahlung. Wenn

die Sonne über dem Horizont eines Ortes steht, so empfängt dieser Wärme von ihr. Wenn sie darunter ist, geht dagegen Wärme durch Ausstrahlung verloren, und die Summe der empfangenen und ausgestrahlten Wärme muß sich im Laufe des Jahres überall das Gleichgewicht halten, da die Temperaturbeobachtungen eine solche Beständigkeit der mittleren Temperatur für jeden Ort ergeben. Wenn daher die Sonne über dem Horizont irgend eines Ortes länger als 12 Stunden verweilt, so wird die Temperatur desselben über die mittlere erhöht werden, und im umgekehrten Falle wird sie unter das Mittel herabsinken. Während sich daher die Erde von E^1 nach E^2 zu bewegt, werden in der nördlichen Hemisphäre die Tage länger, die Nächte kürzer, und die Temperatur steigt im Allgemeinen. In der südlichen Hemisphäre findet in derselben Zeit das Umgekehrte statt, abgesehen von der Verzögerung, welche durch den angehäuften Wärmefonds bedingt wird und welche bewirkt, daß die Temperaturmaxima stets etwas später eintreten, als der höchste Stand der Sonne. Während sich hierauf die Erde von E^2 nach E^3 zu bewegt, nimmt der Wärmezufluß für die nördliche Hemisphäre wieder ab und diese Abnahme dauert bis zum Winterpunkt E^4. Wieder umgekehrt in der südlichen Hemisphäre. Das Alles steht völlig in Uebereinstimmung mit den durch Thermometer beobachteten Thatsachen, sobald man die verzögernden und störenden Nebenwirkungen gehörig berücksichtigt. Es war dies vorauszuschicken nöthig, ehe ich zu dem wesentlichen Punkt unserer gegenwärtigen Betrachtung übergehen kann. Sie ersehen aus der Beschreibung und Zeichnung S. 318, daß die Erde der Sonne während unseres Winters näher ist, als während unseres nördlichen Sommers und aus den Gesetzen der Bewegung ergiebt sich, daß sie den Theil ihrer Bahn, in welchem wir Winter haben, schneller durchläuft, als den anderen. Es fragt sich nun, welchen Einfluß dieser Umstand auf die Temperaturverhältnisse der beiden Hemisphären hat und in wie weit sich diese ändern müssen, wenn durch Aenderungen in der Lage der Erdbahn, durch die Drehung der großen Axe der Erdbahn, einst das umgekehrte Verhältniß eintritt, d. h. die Erde der Sonne während des nördlichen Sommers am nächsten ist, und sich in dieser Zeit am schnellsten bewegt? Und dieselbe Frage

ist beinah noch wichtiger rücksichtlich der Vergangenheit, insofern sie möglicher Weise gewisse geologische Thatsachen erklären könnte.

Die elliptische Form der Erdbahn und die excentrische Stellung der Sonne haben aber in Wirklichkeit nur einen sehr geringen Einfluß auf die Temperaturzustände in Vergleich mit den Variationen, welche durch die Jahreszeiten bedingt werden. Diese Behauptung mag für den ersten Blick unvereinbar erscheinen mit den Gesetzen der Verbreitung strahlender Wärme. Wärme und Licht werden von der Sonne nach allen Richtungen gleichmäßig verbreitet und ihre Intensität vermindert sich bekanntlich wie die Quadrate der Entfernung (Brief 17). Hiernach muß also die Erde in ihrer Sonnenferne weniger Licht und Wärme in jedem Moment von der Sonne erhalten als in ihrer Sonnennähe. Wir haben aber gesehen, daß in demselben Verhältniß auch die Winkelgeschwindigkeit der Erde um die Sonne variirt. Hiernach ist es klar, daß der Zufluß von Wärme, welchen die Erde von der Sonne erhält, genau in demselben Verhältniß variirt, wie die Winkelgeschwindigkeit ihrer Bahnbewegung, und daraus folgt, daß die Erde, indem sie in ihrer Bahn Strecken, welche gleichen Winkeln zugehören, zurücklegt, auch allemal eine gleiche Quantität Wärme von der Sonne empfängt, mag sie sich in einem Theile ihrer Bahn befinden, in welchem sie wolle. A Q M P möge die Erdbahn darstellen, S die Sonne. Der Punkt A liegt in dieser Bahnlinie der Sonne am nächsten im Perihelium, M am fernsten im Aphelium. A S M ist die lange Axe der Ellipse. Es werde nun



die ganze Ellipse durch die gerade Linie P S Q in irgendwelche zwei Segmente getheilt, so wird die Erde, wenn sie sich in der Richtung P A Q M P bewegt, auf dem Wege von P nach Q 180 Winkelgrade zurückgelegt haben und ebenso viel auf dem Wege von Q nach P. Es ist daher unverkennbar, daß der Zufluß von Wärme, welchen die ganze Erde von der Sonne in beiden diesen Segmenten erhält, stets gleich groß ist, man mag nun die Linie P Q legen, wie man immer will, und das war eben zu beweisen. Die beiden Bahnstücke werden im vorliegenden Falle allerdings in ungleichen Zeiten zurückgelegt wer-

den, das, in welchem das Perihelium A liegt, in einer kürzeren, als das andere, und zwar in dem Verhältniß der Ungleichheit ihrer Flächenräume; aber die größere Nähe der Sonne in dem kleineren Segment ersetzt genau den Mangel an Zeit, die zustrahlende Wärmemenge ist dieselbe in beiden Segmenten. Wäre es nicht so, so würde die Excentricität der Bahn die Natur der Jahreszeiten wesentlich verändern. Die Differenz der Entfernungen von der Sonne beträgt ziemlich 1/30 des mittleren Abstandes, und folglich die Differenz der directen Erwärmung durch die Sonne doppelt soviel, das ist 1/15 der mittleren Erwärmung. Da nun das Perihelium der Bahn jetzt ziemlich mit dem nördlichen Wintersolstitium zusammenfällt, so würde, wenn nicht jene Ausgleichung stattfände, der Erfolg davon der sein, daß in der südlichen Hemisphäre die Differenz zwischen Sommer und Winter gesteigert, in der nördlichen dagegen vermindert würde. Es würde in der einen Erdhälfte ein sehr starker Wechsel der Jahreszeiten eintreten, in der anderen dagegen beinah ein ewiger Frühling herrschen. So ist es jedoch nicht, vielmehr sind Wärme und Licht ziemlich unparteiisch auf beiden Hemisphären vertheilt.

Das schließt jedoch nicht aus, daß die directe Wirkung der Sonnenstrahlen im hohen Sommer — die Gluth und Hitze derselben, um Mittag und bei ganz heiterem Himmel, unter gleichen Breiten und auch übrigens gleichen Umständen — in der südlichen Hemisphäre wesentlich stärker ist, als in der nördlichen. Ein Funfzehntheil ist ein zu bedeutender Bruchtheil der Gesammtintensität der Sonnenstrahlung, als daß er nicht von gefährlichem Einfluß für Die sein sollte, welche seiner Wirkung obdachlos in einer trockenen Wüste ausgesetzt sind. Es stellt sich das ganz besonders deutlich und gefahrbringend in den wüsten Strecken des Inneren Australiens heraus, wenn man sie vergleicht mit den Wüsten Nordafrikas.

Ueberdies bleibt in der That, wie wir sehen werden, ein wirklicher Unterschied in den Wärmeverhältnissen beider Hemisphären dadurch übrig, daß die Dauer der Jahreszeiten in ihnen, wegen der schnelleren Bewegung in der Sonnennähe, eine etwas ungleiche ist. Ehe ich jedoch darauf weiter eingehe, muß ich noch eine Bemerkung hier einschalten.

Neuerlich hat Prof. Dove ein sehr merkwürdiges Resultat aus der Vergleichung thermometrischer Beobachtungen in den verschiedenen Jahreszeiten und an möglichst vielen weit von einander entlegenen Punkten der Erdoberfläche gezogen, ein Resultat, welches für den ersten Blick mit den vorstehenden Erörterungen ganz im Widerspruche zu stehen scheint. Er hat nämlich gezeigt, daß die mittlere Temperatur der ganzen Erdoberfläche im Juni, also in unserem Sommer, beträchtlich höher ist, als im December. Diese höhere Gesammttemperatur, trotz der größeren Sonnenentfernung im Juni, rührt aber von einer durchaus anderen, sehr mächtig wirkenden Ursache her, nicht von der Lage der Erdbahn, nämlich von der größeren Landmasse in der nördlichen Hemisphäre. Wenn die Sonne Festland bescheint, so wird dadurch viel mehr Wärme entwickelt und frei (beobachtbar), als wenn ihre Strahlen auf große Wasserflächen fallen, welche einen Theil der Wärme bis in große Tiefe durchgehen lassen und einen anderen Theil zur Verdunstung absorbiren (vergl. Brief 33, B. I.). Da nun die nördliche Erdhälfte während ihres Sommers viel mehr Landoberfläche zur Bestrahlung darbietet, als die südliche während ihres Sommers, so ist jenes allgemeine Wärmemaximum im Juni im Vergleich zum December dadurch erklärlich.

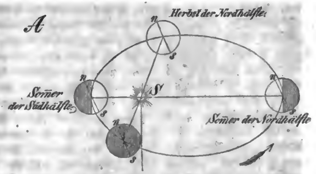
Kehren wir jedoch nach dieser beinahe nothwendigen Abschweifung wieder zu dem geologischen Theil der Frage zurück. Obwohl die unserer Erde von der Sonne zustrahlende Wärmemenge, wie wir oben gesehen haben, in gleichen Winkelwegen, wenn auch ungleichen Zeiten, gleich groß ist, so bleibt doch jedenfalls noch ein beachtenswerther Zeitunterschied in der Dauer der Jahreszeiten; dieser beträgt bei der gegenwärtigen Lage der Erdbahn etwa sieben Tage, d. h. die Sonne verweilt jedes Jahr ungefähr sieben Tage länger über der nördlichen Hemisphäre, als über der südlichen, und dieser Unterschied wird nicht vollständig ausgeglichen durch die größere Sonnennähe während des südlichen Sommers, denn es kommt hierbei nicht sowohl auf die Wärmemenge an, welche die Erde empfängt, sondern vielmehr auf die, welche ihr verbleibt. Es ist einleuchtend, daß die südliche Erdhälfte durch die längere Dauer ihres Winters auch eine nicht ganz unbeträchtliche Anzahl von Nachtstunden

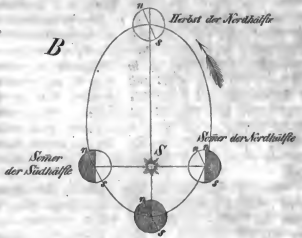
mehr hat, als die nördliche, daß dieselbe also mehr Wärme durch Ausstrahlung verlieren, sich stärker abkühlen, kurz, daß sie, auch deshalb, und nicht blos wegen des vorherrschenden Wassers, eine etwas niedrigere mittlere Temperatur haben muß, als die Nordhälfte, so lange die Erdbahn ungefähr in ihrer gegenwärtigen Lage verbleibt. Diese Unterschiede treten in Wirklichkeit besonders deutlich an den Polen hervor. **Kämtz** hat die mittlere Temperatur des Nordpoles annäherungsweise auf — $4^3/_5$° R. bestimmt, und die des Südpoles auf — $9^1/_{15}$° R.

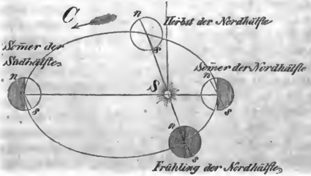
Die nördliche Halbkugel würde daher für ewige Zeiten zum Nachtheil der südlichen begünstigt sein, wenn die Lage jener vier Punkte der Erdbahn, die Sonnenferne, die Sonnennähe und die beiden Nachtgleichen, d. i. die Lage der **Apsidenlinien** — $E^1 E^3$ und $E^2 E^4$ — immer dieselbe bliebe.

Allein dem ist nicht so. Die ganze Erdbahn behält, wie schon mehrmals bemerkt wurde, nicht immer dieselbe Lage im Weltraum, sondern sie dreht sich in einem sehr langen Zeitraum um den Brennpunkt, in welchem die Sonne steht, so daß, nach Ablauf der halben Periode, welche beinahe 21,000 Jahre beträgt, also nach ohngefähr 10,500 Jahren der Punkt der Sonnenferne von der Sonne aus gesehen in der Richtung liegt, in welcher vor dieser Zeit der Punkt der Sonnennähe gelegen hat. Zwischen diese Extreme aber fällt ein Zeitpunkt, in welchem die Frühjahrs- und Herbstnachtgleichenpunkte in den Endpunkten der kurzen Bahnaxe liegen, Sommer- und Wintersolstitien aber in die Sonnennähe und Sonnenferne fallen. Die Reihenfolge der nachstehenden drei Holzschnitte wird Ihnen diese Drehung der Bahnellipse um den Brennpunkt, in welchem die Sonne fest steht, vielleicht deutlich machen. In allen diesen und den dazwischen liegenden Stadien der Drehung A, B und C bleibt die Erdaxe immer nach derselben Richtung geneigt, und es ist dabei auf die geringen periodischen Aenderungen ihres Neigungsgrades keine Rücksicht genommen. Es ist diese Drehung der Bahnebene eine Folge der Einwirkung der übrigen Himmelskörper unseres Sonnensystemes auf die Erde.

Daß diese allmälige Umdrehung der beiden Erdbahnaxen um die Sonne wirklich stattfindet, beweist die Beobachtung. Die beiden Punkte der Sonnennähe und Sonnenferne


A
Herbst der Nordhälfte
Somer der Südhälfte
S
Somer der Nordhälfte


B
Herbst der Nordhälfte
Somer der Nordhälfte
S
Somer der Südhälfte


C
Herbst der Nordhälfte
Somer der Südhälfte
Somer der Nordhälfte
S
Frühling der Nordhälfte

sind nämlich die einzigen Punkte, welche, während sie in Bezug auf die Sonne um einen Winkel von 180 Graden von einander abstehen, d. h. sich in der Bahn genau gegenüber liegen, zugleich in Bezug auf die Zeit genau ein halbes Jahr von einander entfernt sind; denn alle andern sich gerade gegenüber liegenden Punkte der Erdbahn können deshalb nicht genau um ein halbes Jahr auseinander von der Erde besucht werden, weil ihre Geschwindigkeit auf den beiden Seiten der kleinen Bahnare eine verschiedene ist. So lassen sich also die sogenannten Apsiden genau bestimmen. Vergleicht man nun zwei Beobachtungen derselben, zwischen denen Jahrhunderte verflossen sind, so findet man, daß die Länge beider Punkte, d. h. ihr Abstand von dem festen Frühlingspunkte an der Himmelskugel, mit der Zeit immer größer wird. Die Länge der Sonnennähe der Erde wächst jährlich um 0°,0172, so daß also die Erde, wenn sie einen Jahresumlauf vollendet hat, um ihre Sonnennähe zu erreichen, noch um 0°,0172 weiter laufen muß, wozu sie noch ohngefähr 17 Tausendtheile eines Tages mehr gebraucht. Das um diese $^{17}/_{1000}$ größere Jahr heißt das anomalistische. Bis zur Rückkehr der Apsiden auf den einmal angenommenen Punkt werden natürlich soviel mal Jahre vergehen, als jene jährliche Aenderung von 0°,0172 in 360° enthalten ist, also sehr nahe 20,930 Jahre.

Wenn also jetzt, wie wir sahen, Frühling und Sommer in der nördlichen Halbkugel um sieben Tage länger sind, als Herbst und Winter, so wird nach Verlauf der Hälfte dieser Zeit, also nach 10,465 J., die südliche Halbkugel in demselben Verhältnisse bevorzugt sein. Die größeste Dauer hatten Frühling und Sommer der nördlichen Halbkugel im Jahre 1248, damals waren sie acht Tage länger, als Herbst und Winter. Seit dieser Zeit aber haben die beiden warmen Jahreszeiten langsam an Dauer abgenommen, und die kalten sind in demselben Maße gewachsen, während das Umgekehrte auf der südlichen Halbkugel stattgefunden hat.

Diese zukünftige Aenderung hat aber auch in der Vergangenheit stattgefunden, und einige Naturphilosophen der vorherrschend speculativen Richtung haben daraus gewisse Kälteperioden und einen periodischen Wasserwechsel der Vorzeit für

beide Hemisphären abzuleiten versucht. Herr Adhemar schloß folgendergestalt: Die südliche Hemisphäre und zwar besonders das südliche Polarmeer verliert durch die Abkühlung während ihrer Nächte, deren Gesammtdauer die ihrer Tage um 168 Stunden übersteigt, in einem Jahre mehr Wärme, als sie empfängt, es wird sich daher während eines Winters am Südpol eine größere Eismasse bilden, als am Nordpol. Dauert dieser Unterschied durch mehrere Jahrtausende fort, so muß er allmälig sehr bedeutend werden. Und in der That lehrt die Erfahrung, daß die südliche Eiszone einen viel größeren Umfang hat, als die nördliche, und sich über 20 Breitengrade vom Südpol aus erstreckt, während die nördliche nur 8 Grade einnimmt. Ferner aber wird sich auch die Dicke des Südpolareises zu der des Nordpolareises wie die Tiefe der beiden Meere verhalten und daher die erstere neun Mal beträchtlicher sein, als die letztere. Bei dieser auffallenden Ungleichheit der Eismassen an beiden Polen muß natürlich auch das Gleichgewicht zwischen ihnen gestört und der Schwerpunkt der ganzen Erde der größeren Masse genähert werden, so daß sich derselbe gegenwärtig, allem Anscheine nach, für uns jenseits des Aequators, d. h. zwischen diesem und dem Südpole befindet. Die Folge einer solchen Verrückung des Schwerpunktes ist aber nothwendig die, daß alle beweglichen Massen, besonders das Wasser der Meere, an ihr Antheil nehmen und von der Seite der geringeren Eismasse nach der Seite der größeren, dem Schwerpunkte zu, hinneigen. — Dadurch wird auf der einen Seite mehr Land trocken gelegt, auf der anderen das Meer vertieft und das Land mit Fluthen bedeckt werden. Wir sehen, daß dies gegenwärtig der Fall ist. Alle großen Festländer liegen bei Weitem überwiegend auf der Nordhälfte des Erdballs, während sich die Umrisse der Erdtheile nach dem Südpol hin sichtlich zuspitzen, weil die Tiefe des Meeres nach diesem hin immer wächst, und daher immer weniger Land aus seinen Fluthen hervorragen kann, was abermals den Temperaturunterschied vermehren muß.

In ungefähr 10,500 Jahren kehrt sich die Ordnung der Jahreszeiten in Beziehung auf die Hauptpunkte der Erdbahn um, und die Zeit ist bereits im Kommen, in der unser Herbst und Winter die beiden warmen Jahreszeiten um acht Tage

übertreffen werden. Schon seit 1248, in welchem Jahre der erste Tag unseres Winters mit dem Durchgang der Erde durch ihre Sonnennähe zusammenfiel, nimmt unsere warme Jahreshälfte langsam ab, und die kalte zu, während in demselben Maße das Klima der südlichen Halbkugel allmälig wärmer wird. Die Eismassen am Nordpol sind also gegenwärtig im Zunehmen, die am Südpol im Abnehmen, Schmelzen, begriffen. Sobald die ersteren die letzteren übertreffen, muß der Schwerpunkt des Erdballs wieder diesseits des Aequators fallen, und in Folge dessen werden die Gewässer der südlichen Meere dem Norden zuströmen, neue Continente im Süden aus der Tiefe hervortauchen lassen und die Länder im Norden unter Fluthen begraben. Hiernach tritt also alle 10,500 Jahre eine große Schwankung des Wassers ein, welche den Zustand der Oberfläche der Erde wesentlich verändert.

Rechnet man rückwärts, so findet man, daß vor 11,094 Jahren die Summe der Nächte des Nordpols die der Nächte des Südpols um 192 Stunden jährlich übertraf. Damals also war unsere Halbkugel von einer Eismasse bedeckt, die sich ohne Zweifel weiter als bis über den 60. Breitengrad, vielleicht sogar bis in das nördliche Deutschland und die entsprechend gelegenen Länder hinein erstreckte; die nördlichen Gegenden Europa's, Asiens und Amerika's waren damals Meeresboden, während die Festländer der südlichen Halbkugel trocken lagen. Auf diese Weise läßt sich auch das Einfrieren der im Eise und an den Mündungen der großen Ströme Sibiriens aufgefundenen, noch wohl erhaltenen riesigen Thierkörper erklären, deren Fleisch, als es durch das allmälige Abschmelzen des Eises zum Vorschein kam, trotz seines Alters von fast sechs Jahrtausenden den Eisbären der Gegenwart und den Hunden der Tungusen zur wohlschmeckenden Nahrung diente.

Höchst merkwürdig und überraschend, sagt Herr Adhemar weiter, muß es erscheinen, daß uns die Rechnung gerade das Jahr 4000 vor Chr. G. als den Zeitpunkt ergiebt, in welchem die nördliche und südliche Halbkugel im Gleichgewichte standen, d. h. in welchem ihre warmen und kalten Jahreszeiten von genau gleich langer Dauer und, der obigen Schlußfolge gemäß, auch die Eismassen auf beiden Seiten gleich groß waren, der

Schwerpunkt der Erde also in die Durchschnittsebene des Aequators und mit ihrem Mittelpunkte zusammenfiel. Das weitere Abschmelzen des nördlichen Eises und das Zunehmen des südlichen mußte also bald nach dieser Zeit den Schwerpunkt in die südliche Halbkugel hineinfallen lassen. Es trat im Norden Eisgang ein; die unsere Halbkugel bedeckenden Fluthen senkten sich, der Verrückung des Schwerpunktes Folge leistend, dem Süden zu, ließen die nördlichen Continente hervortreten und begruben die südlichen unter tiefen Meeren. Und gerade die Zeit um das Jahr 4000 v. C. ist es, auf welche alle Sagen als auf die äußerste der menschheitlichen Erinnerungen hindeuten. Diese Erinnerungen aber beginnen höchst übereinstimmend fast ohne Ausnahme mit einer großen Fluth.

So weit Adhemar's Gedankengang. Ließe sich wirklich eine so starke periodische Aenderung, hervorgebracht durch das Vorrücken der Nachtgleichen, in den physikalischen Zuständen beider Hemisphären nachweisen, so würde sie allerdings ein höchst wichtiges Hülfsmittel zu geologischen Zeitbestimmungen darbieten können. Bis jetzt ist es aber noch nicht gelungen, in dem inneren Bau des festen Erdkörpers, in der Reihenfolge und Verbreitung der geschichteten Ablagerungen, einen solchen Wechsel der Begebenheiten im Süden und Norden auch nur andeutungsweise aufzufinden. Jedenfalls scheinen Herr Adhemar und Diejenigen, welche seine Idee neuerlich weiter verfolgt haben, viel zu große Unterschiede von den Aenderungen der Erdbahnlage zu erwarten, und in keinem Falle kann dieser höchst allmälige Vorgang jemals die Ursache plötzlicher oder besonders gewaltsamer Ueberfluthungen, überhaupt schneller und von Menschen deutlich beobachtbarer Aenderungen der Natur der Dinge gewesen sein, wenn er auch wirklich einen bemerkbareren Einfluß haben sollte, als die kleine Winkeländerung in der Schiefe der Ekliptik, von denen ich Sie im vorigen Brief unterhalten habe.

Lassen Sie mich aber, ehe ich diesen Brief schließe, seinen wesentlichen Inhalt noch einmal in gedrängtester Kürze zusammenfassen. Die Erdbahn bildet eine Ellipse, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht; die Drehungsaxe der Erde ist gegen ihre Bahnebene constant geneigt, d. h. stets nach derselben Stelle des Himmels gerichtet. Durch diese Neigung werden

die Jahreszeiten auf der Erdoberfläche bedingt, weil die Sonne ein halbes Jahr mehr die Südhälfte, das andere halbe Jahr mehr die Nordhälfte der Erde bescheint. Gleichzeitig ist wegen der elliptischen Bahngestalt die Entfernung der Erde von der Sonne mit den Jahreszeiten wechselnd, sie ist während unseres nördlichen Winters am kleinsten und während des Sommers dieser Erdhälfte am größten. Die dadurch bedingte ungleiche Wärmezustrahlung von der Sonne zur Erde wird aber für die beiden Hemisphären deshalb im Ganzen unmerklich, weil der Bahntheil, in welchem eine intensivere Wärme zustrahlt, von der Erde um so viel schneller durchlaufen wird, daß dadurch die Wärmevertheilung auf beide Hemisphären im Ganzen sich ausgleicht; nur eine Differenz bleibt in dieser Beziehung übrig, welche durch die etwas größere Zahl von Nachtstunden in der südlichen Hemisphäre bedingt wird, weil dadurch von dem in beiden Hemisphären empfangenen gleich großen Wärmequantum in der südlichen etwas mehr durch Ausstrahlung wieder verloren geht, als in der nördlichen. Ueberdies ist auch die Vertheilung von Wasser und Land für die Temperaturverhältnisse der südlichen Hemisphäre ungünstig, was indessen die Gleichheit des Wärmezuflusses ebenfalls nicht ändert.

Die gegenwärtige Lage der Erdbahn bleibt nun aber nicht für alle Zeiten dieselbe. Vielmehr dreht sich diese Ellipse innerhalb einer sehr großen Periode um den Brennpunkt, in welchem die Sonne steht, während bei dieser Drehung die Richtung (wenn auch nicht genau der Neigungsgrad) der Erdaxe unverändert dieselbe bleibt. Durch diese Drehung wird nach und nach das Verhältniß der Sonnenentfernung zu den Jahreszeiten ganz umgekehrt. Von jetzt an gerechnet ungefähr nach einer halben Umdrehung der Bahn (in 10,000 Jahren) wird die Erde während ihres nördlichen Sommers der Sonne am nächsten stehen, und während des südlichen am fernsten. Dann hat die Nordhälfte mehr Nachtstunden und verliert dadurch von der empfangenen Wärme etwas mehr als die südliche. Man hat diesen periodischen Wechsel als geologisch wichtig bezeichnet, und die Nothwendigkeit einer kleinen Verrückung des Schwerpunktes durch Eisbildung, sowie in Folge davon ein periodisches Schwanken der großen Wassermassen von einem Pole zum anderen daraus

abzuleiten gesucht. Es ist aber noch nicht gelungen, diese Ansicht fest zu begründen und durch geologische Thatsachen zu erweisen, auch ist es kaum wahrscheinlich, daß der gegenwärtig für die südliche Hemisphäre ungünstige Einfluß, welcher in der factischen Vertheilung von Wasser und Land beruht, durch jene Drehung der großen Bahnaxe so weit überwogen werden könne, daß die im Norden vermehrte Eisbildung diese bestehende Vertheilung gänzlich umgestalte. Es ist demnach ein geologisches Zeitmaß aus der Umdrehung der Apsidenlinien zur Zeit noch nicht abzuleiten.

Sechszigster Brief.

Mercur.

„Doch bezeichneten die Griechen mit Recht diesen Planeten wegen seines bisweilen so intensiven Lichts mit dem Namen des stark funkelnden (στιλβων). Er bietet Phasen (wechselnde Lichtgestalten) dar wie Venus, und erscheint uns auch wie diese als Morgen- und Abendstern.“

Kosmos S. 491.

Es hat stets für Viele ein besonderer Reiz darin gelegen, sich ein Leben unter gänzlich veränderten Umständen, auf einem ganz anderen Himmelskörper phantastisch auszumalen, wie sich wohl Jeder einmal in kindlich träumerischer Stunde unermeßlich reich, oder unermeßlich mächtig gedacht und danach sein eigenes Leben in der Idee ausgemalt hat. — Gar Sonderbares ist über Zustände geträumt worden, von denen wir eigentlich nur sehr wenig wissen. Man brachte dieses Wenige in Rechnung, um unser gewohntes Erdenleben danach umzugestalten, ohne zu bedenken, daß außer den bekannten noch so viele unbekannte Unterschiede bestehen, daß ein Vergleich eigentlich gar nicht möglich ist. Bessel sagt über dergleichen Versuche sehr bezeichnend: „Wo weder die unmittelbare Wahrnehmung, noch eine Reihe sicherer Schlüsse uns weiter führt, müssen wir bleiben; das Umherirren ohne solche Leitung hat den Astronomen, seitdem die Astronomie eine Wissenschaft geworden ist, nie zugesagt; die, die Geschmack daran gefunden haben, mögen geistreiche Leute

genannt worden sein, aber Astronomen sind sie nicht gewesen." Wenn Sie des Jesuiten Kircher verzückte Reise zur Hand nehmen (Itinerarium exstaticum 1656), so können Sie mit ihm, oder vielmehr geführt von seinem Genius Cosmiel, von Planet zu Planet durch unser ganzes damals bekanntes Sonnensystem wandern und überall gar wunderbare Dinge erfahren. Auf der Venus werden Sie Alles reizend und im höchsten Grade anmuthig finden, wie das auf dem Stern der Liebesgöttin nicht anders zu erwarten ist. Ein mildes Rosenlicht umfließt den Planeten, Wohlgerüche erfüllen die Luft, Zephyre kosen und Bäche murmeln lieblich. Ringsum strahlt Alles von Gold und Edelgestein, der ganze Planet scheint aus dem glänzendsten Krystall zusammengesetzt, und ein blumengeschmückter Chor der schönsten Jünglinge, oder vielmehr Engel, tritt Ihnen entgegen, um eine Symphonie auf Cymbeln und Guitarren aufzuführen. Wo wäre in der unendlichen Welt noch ein zauberischerer Platz als dieser Feengarten. Den Mercur denkt sich Herr Kircher weit weniger anziehend. Auf die Frage, warum der Schöpfer keine Menschen auf diese Kugel gesetzt habe? antwortet Cosmiel: „Das Feuer erwärmt aus entsprechender Entfernung, es trocknet, was zu naß ist, es löst schleimige Flüssigkeiten auf, es erregt die Geister, mit einem Worte, es wirkt überall günstig auf die Menschen ein; aber daraus folgt noch nicht, daß die Menschen im Feuer selbst wohnen können. Dasselbe gilt vom Wasser und von der Luft, denn es ist ein Unterschied zwischen einer wohlthätigen Eigenschaft und dem Körper, welcher diese Eigenschaft ausströmt. Obgleich also Mercur durch seine ausgezeichnete Beschaffenheit sehr wohlthätig auf die Menschen einwirkt, so ist er doch ganz und gar nicht geeignet, solchen, wie sie auf der Erde leben, zum Wohnplatz zu dienen. Weder seine Luft, noch seine Flüssigkeit eignet sich dazu, auch können auf dieser Kugel weder Pflanzen, noch Früchte, noch Thiere gedeihen, welche den Menschen zur Nahrung dienen könnten. Wenn wirklich durch göttliche Allmacht Menschen hierher versetzt worden wären, so würden sie sicher eine von den Erdbewohnern ganz abweichende Natur erhalten haben, eine solche, wie sie dem Mercur entspricht." Nachdem Cosmiel also gesprochen, schwebte nun wirklich plötzlich aus der Luft herab ein Mercurbewohner. Er war an Schul-

tern und Füßen geflügelt, das Haupt trug eine Strahlenkrone, sein Antlitz schien die Weisheit selbst auszuathmen, sein Bart glänzte lieblich in goldenem Schmucke. In der linken Hand hielt er ein wunderbar künstlich aus einer siebenfachen Reihe von Pfeifen zusammengesetztes Rohr, in der rechten einen merkwürdigen Stab. Sein ganzer Leib war mit unzähligen Faserlocken bedeckt, die von den Lüften bewegt wurden. Cosmiel erläutert darauf, warum dieses wunderbare Wesen gerade so construirt ist. Die siebenfache Pfeife bezeichnet die Harmonie der Weltordnung, der Heroldsstab die Herrschaft über alle Geheimnisse der Natur. Und das Geschäft dieser Mercurbewohner besteht darin, daß sie den Himmelskörper in seiner Bahn bewegen und überhaupt für Instanderhaltung des Weltalls Sorge tragen.

Diese kleine Probe mag genügen, Ihnen eine Idee von den Phantasieen Herrn Kircher's zu geben, mit denen er einen dicken Quartband gefüllt hat. Sie können ähnliche Schilderungen auch in de Fontenelle's Zwiegesprächen über die Mehrheit der Welten finden (Entretiens sur la pluralité des mondes, 1701). Auf dem Mercur steht nach ihm die Sonne dicht über den Köpfen der Menschen gleich einem feurigen Ofen, und diese leiden bei so großer Hitze alle etwas am Sonnenstich, sie leben leichtsinnig wie Kinder und Narren in den Tag hinein und freuen sich wahrscheinlich immer nur auf die etwas kühlere Nacht. Daß für solche Phantasiegebilde kein großer Aufwand von positiven Kenntnissen erforderlich ist, versteht sich von selbst und darum braucht es uns auch nicht zu verwundern, daß Herr de Fontenelle die Sonnenhitze des Mercur beliebig steigert, während sie aller Wahrscheinlichkeit nach nur etwa siebenmal größer ist, als auf der Erde, und wenn er zur Erleichterung der Bewohner vermuthet, die Tage würden dort wohl viel kürzer sein, als bei uns, während die damals allerdings noch unbekannte Rotationszeit des Mercur beinahe genau der der Erde entspricht.

Der Astronom Schröter glaubt auf der Oberfläche des Mercur, besonders in dessen südlicher Hemisphäre, Bergzüge von 80 Meilen Länge und 30 bis 40 Meilen Breite erkannt zu haben. Auch sah er Erscheinungen, die an Wolkenbildung erinnern, sowie einen allmäligen Uebergang der beleuchteten Seite in die unbeleuchtete, als wahrscheinliche Wirkung einer Morgen-

und Abenddämmerung. Diese beiden Umstände sprechen für die Anwesenheit einer wolkenbildenden und lichtbrechenden Atmosphäre. Die Dauer der Jahreszeiten kann auf dem Mercur nur sehr kurz und ihre Verschiedenheit kann nicht sehr groß sein, da die Neigung seiner Rotationsaxe gegen die Bahnebene um $3\frac{1}{2}°$ geringer zu sein scheint, als bei der Erde. Seine Sonnennähe verursacht, daß man ihn nur selten, und nur in Morgen- oder Abendstunden sehen kann. Von besonderem Interesse sind aber die vielen beobachteten Durchgänge seiner Scheibe an der Sonnenscheibe vorüber.

Was thatsächlich vom Mercur in Zahlenwerthen bekannt ist, finden Sie, meist aus dem Kosmos, in der beigegebenen Tabelle zusammengestellt, und dieses bietet zu weiteren Betrachtungen über den der Sonne nächsten Planeten keine Veranlassung.

Einundsechszigster Brief.

Venus.

„Diese Flecken an der Grenze der Scheidung zwischen Licht und Schatten in der sichelförmigen Venus erscheinen selten, sind schwach und meist veränderlich: so daß beide Herschel, Vater und Sohn, glauben, daß sie nicht der festen Oberfläche des Planeten, sondern wahrscheinlicher einer Venus-Atmosphäre angehören. Die veränderliche Gestalt der Hörner, besonders des südlichen, an der Sichel, ist von La Hire, Schröter und Mädler theils zur Schätzung der Höhe von Bergen, theils und vorzüglich zur Bestimmung der Rotation benutzt worden. Die Erscheinungen dieser Veränderlichkeit sind von der Art, daß sie nicht Berggipfel zur Erklärung erfordern von 5 geogr. Meilen (114,000 Fuß), wie sie Schröter zu Lilienthal angab, sondern nur Höhen, wie sie unser Planet in beiden Continenten darbietet."

Kosmos S. 493.

In diese Worte ist fast Alles zusammengedrängt, was außer den durch Zahlen auszudrückenden Verhältnissen über die besondere Natur der Venus bekannt ist. Ich füge nur hinzu, daß nach Schröter wieder vorzugsweise die südliche Hemisphäre dieses Planeten von hohen Gebirgen und tiefen Thälern durchzogen ist. Sowie, daß auch an ihm, als Beweis einer lichtbrechenden Atmosphäre, eine Art Morgen- und Abend-Dämmerung beobachtet wird, gänzlich abweichend von dem

scharfen Schattenrand unseres Mondes. Schröter sah auch einmal einen hellen Punkt im beschatteten Theil neben der Venussichel und schloß daraus, daß dies eine beleuchtete Bergspitze von wenigstens 60,000 Fuß Höhe sein müsse. Andere Astronomen sind jedoch der Meinung, daß hierbei irgend eine Täuschung möglich gewesen sein könne. Wichtiger ist es, daß man den ganzen beschatteten Theil zuweilen, wie den unseres Mondes, in einem matten Lichte hat schimmern sehen. Beim Monde rührt solcher Lichtschimmer vom Erdschein her, eine ähnliche Erklärung ist bei der Venus nicht zulässig, und selbst der vorsichtige Bessel meint, daß dieser schwache Schein von eigenem Licht der Venus, etwa vergleichbar unseren Nordlichtern, herrühren müsse. Auf dieses Wenige könnte sich die Zauberwelt gründen, in welche uns Herr Kircher hinein blicken läßt, wenn nämlich selbst dieses Wenige dem Verfasser der verzückten Reise schon bekannt gewesen wäre. — Es ist aber nicht sowohl die oben citirte Stelle des Kosmos, als vielmehr eine kurz vorhergehende, über die große Veränderlichkeit des scheinbaren Durchmessers und Lichtglanzes der Venus, welche mich zu einigen erläuternden Bemerkungen veranlaßt. Wenn Ihnen am Abend- oder Morgenhimmel die Venus als Abend- oder Morgenstern unter allen anderen Sternen am größten und hellsten im milden Glanze entgegenleuchtet, so ist das eine Folge mehrerer Umstände. Diese sind:

1) die zuweilen nur sehr geringe Entfernung derselben von der Erde (5 1/4 Millionen Meilen, während ihr größter Abstand 36 Millionen Meilen beträgt);
2) ihre Sonnennähe;
3) ihre wahre Größe.

Einen wesentlichen Einfluß auf die Lichtstärke übt außerdem noch

4) die Größe der erleuchteten Oberfläche — die Lichtphase —, welche uns gerade zugekehrt ist.

Diese Umstände sind nun theils constant, theils veränderlich und wirken danach theils sich gegenseitig verstärkend, theils sich schwächend. Die wahre Größe ist völlig und die Entfernung von der Sonne so gut als unveränderlich. Dagegen variirt ihr Abstand von der Erde um mehr als sein Sechsfaches, in

Zahlen ausgedrückt, um 30¾ Millionen Meilen und dadurch wechselt natürlich auch die scheinbare Größe, wie ich Ihnen das schon durch den Holzschnitt S. 287 anschaulich zu machen gesucht habe. Ebenso wechselt die Lichtphase von der vollen Beleuchtung einer Hälfte bis zum fast gänzlichen Verschwinden und zwar im umgekehrten Verhältniß mit der scheinbaren Größe durch Annäherung, d. h. wenn die Venus uns am fernsten ist, wird sie für uns voll beleuchtet, aber wir sehen dann die ferne kleine Scheibe gar nicht, weil sie beinahe in der Richtung der Sonne ziemlich hinter ihr steht. Je mehr sie sich dann der Erde nähert, um so größer wird ihr scheinbarer Durchmesser, um so intensiver ihr reflectirtes Licht, aber zugleich um so schmäler ihre Phase, der Art, daß durch das gegenseitige Bedingen und theilweise Aufheben dieser Wirkungen der stärkste Lichtglanz für uns dann eintritt, wenn wir nur ein Viertheil der ganzen Scheibe, als Sichel



erleuchtet sehen. Diese Sichelform ist aber für das unbewaffnete Auge gänzlich unwahrnehmbar, und deshalb vor Erfindung der Fernröhre auch nicht bekannt gewesen. Hat man doch diese Nichtwahrnehmbarkeit von Lichtphasen an den sogenannten inneren Planeten, Mercur und Venus, eine Zeit lang als Grund gegen das Copernicanische System hervorgehoben, da sie nach diesem allerdings eintreten müssen. Wenn uns nun eine solche Sichel, mit unbewaffnetem Auge, als runder leuchtender Punkt erscheint, so können Sie daraus schon entnehmen, daß wir mit freiem Auge ebenso wenig eine wirkliche Größe dieses Planeten, als seine Lichtgestalt unterscheiden können. Der scheinbare Größenwechsel des Sternes beruht demnach in diesem Falle ganz vorherrschend auf der Stärke (Intensität) seines Lichtglanzes, welche mehr durch die Erdnähe, als durch die freilich

ebenfalls von der Entfernung abhängige scheinbare Größe des Durchmessers bedingt wird.

Zweiundsechszigster Brief.

Rotation des Mondes.

„Der Mond hat keine wahrnehmbare Abplattung, aber eine äußerst geringe, durch die Theorie bestimmte, Verlängerung (Anschwellung) gegen den Erdkörper hin. Die Rotation des Mondes um seine Axe wird vollkommen genau (und das ist wahrscheinlich der Fall bei allen Nebenplaneten) in derselben Zeit vollbracht, in welcher er um die Erde läuft.“ Kosmos S. 495.

Obwohl der Mond, offenbar wegen der verhältnißmäßig sehr langsamen Rotation um seine Axe, keine meßbare Abplattung an den Polen besitzt, so ist er dennoch, wie sich aber nur durch Rechnung aus gewissen Erscheinungen seiner Bewegung nachweisen läßt, keine vollkommene Kugel, sondern er besitzt an der der Erde zugewandten Seite mehr Masse als an der von ihr abgewendeten. Diese Seite muß gleichsam angeschwollener sein, und eine solche Form — sie ist der eines fallenden Tropfens vergleichbar — steht auch völlig in Uebereinstimmung mit der anziehenden Kraft der Erde. Diese Anschwellung nach der Erdseite, verbunden mit einer kleinen Verrückung des Schwerpunktes aus dem Mittelpunkt nach dieser Seite hin, steht im innigsten Zusammenhang mit dem Umstand, daß der Mond der Erde stets dieselbe Seite zukehrt, d. h. daß die Rotation um seine Axe zusammenfällt mit dem Umlauf um die Erde, und sie steht auch in Zusammenhang mit den kleinen Schwankungen, welche in dieser Beziehung stattfinden.

Es ist nämlich nicht vollkommen genau dieselbe Hälfte seiner Oberfläche, welche uns der Mond zu allen Zeiten zuwendet. Die gerade Linie, welche den Erdmittelpunkt mit dem Mondmittelpunkt verbindet, geht nicht immer genau durch denselben Punkt der Mondoberfläche, und wir sehen daher auch nicht immer denselben Punkt der Mondoberfläche genau in der Mitte der Mondscheibe. Diese Schwankungen, welche man Librationen nennt, betragen aber nur sehr wenig, ihr Maximum ist etwa ¹/₈ des Durchmessers der ganzen Scheibe. Sie finden sowohl in der Richtung der Mondaxe (Libration der Breite) als in der

des Mondäquators (Libration der Länge) statt. Das Maximum der ersteren beträgt in Winkelwerthen ausgedrückt 6° 47′, das der letzteren 7° 53′. — Die Wirkung beider vermischt sich, und es ist darum nicht eine Linie, sondern eine kleine Fläche, innerhalb welcher der Mittelpunkt der uns sichtbaren Mondscheibe schwankt. Natürlich treten dadurch an den Rändern des Mondes periodisch neue Theile hervor, während andere verschwinden, aber ebenfalls innerhalb jener beschränkten Grenzen. So kommt es, daß wir auch von der Rückseite des Mondes nach und nach einen kleinen Theil zu sehen bekommen. Es macht dies ungefähr so viel aus, daß wir von der Gesammtoberfläche etwa $^4/_7$ statt nur die Hälfte kennen lernen, während $^3/_7$ für alle Zeit verborgen bleiben.

Die Ursachen dieser Schwankungen sind von zweierlei Art. Die der Breite werden veranlaßt durch die etwas veränderliche schräge Stellung der Mondaxe gegen seine Bahn, die der Länge aber durch ein ursprünglich nicht ganz genaues Uebereinstimmen der Rotations- und Umlaufszeit. — Dieses letztere bewirkt, daß nach jedem Umlauf nicht mehr genau dieselbe schwerere Seite des Mondes der Erde zugekehrt ist. Dem wirkt aber stets die Anziehungskraft der Erde wieder entgegen, indem sie eine Bewegung hervorbringt, welche jene kleine Abweichung vermindert. So schwankt also der Schwerpunkt des Mondes gleichsam wie ein Pendel innerhalb enger Grenzen etwas hin und her um die gerade Verbindungslinie zwischen dem Mittelpunkte der Erde und des Mondes. Es läßt sich durch die ältesten Mondbeobachtungen nachweisen, daß derselbe seit 25,000 Umläufen doch immer wieder in die alte Stellung zurückgekehrt ist und uns dieselbe Seite zeigt, und es läßt sich ferner durch Berechnung nachweisen, daß diese sich stets erneuernden Wirkungen auch stets sich wieder aufheben müssen, dergestalt, daß im Erfolg beide Bewegungen: Umlauf und Umdrehung, einander vollkommen gleich bleiben, weil sie einander ursprünglich sehr nahe gleich sind.

Welches aber die Ursache gewesen ist, deren Folge die ursprüngliche nahe Gleichheit dieser beiden Bewegungen war, ist ebenso unbekannt als der Ursprung des Weltgebäudes überhaupt. Bessel sagt darüber: „Es ist sehr unwahrscheinlich, daß der bloße Zufall zwei Bewegungen, welche in jeder beliebigen Verschiedenheit neben einander bestehen könnten, innerhalb so enger

Grenzen einander gleich gemacht haben sollte, daß sie durch die Wirkung der Anziehung völlig gleich werden mußten; es wird noch unwahrscheinlicher, da auch andere Monde unseres Planetensystemes dieselbe Gleichheit beider Bewegungen zu besitzen scheinen, und der äußerste Saturnsmond sie gewiß besitzt. Bei den Planeten selbst findet nichts Aehnliches statt; die Erde dreht sich z. B. 366¼ Mal um ihre Axe, während sie einmal um die Sonne läuft. Die Erscheinung der Gleichheit beider Bewegungen bei den Monden der Planeten ist eine der Merkwürdigkeiten des Weltsystems, indem sie nicht die Folge eines allgemeinen Gesetzes ist, aber, durch ihr wirkliches Vorkommen, auf das Stattfinden primitiver, besonderer Bedingungen deutet, deren Vorhandensein eines der Daten ist, gegen welche jede genetische Erklärung des Weltsystems nicht verstoßen darf."

Es ist das gewiß eine sehr merkwürdige Eigenschaft der Satelliten, die sie zugleich von den Hauptplaneten unterscheidet, und überdies einen schwachen Einblick in den ursprünglichen Zustand der Dinge gewährt. Es ist nicht lediglich die Schilderung des Vorhandenen, welche uns beschäftigt, sondern auch Aufgabe, zu zeigen, wie immer Eines nothwendig aus dem Anderen folgt, denn darin eben besteht die Einheit in der Vielheit, daß nichts überflüssig ist, daß Alles einander bedingt.

So ist es also bei unserem Monde. Daß aber bei den übrigen Monden unseres Sonnensystemes, und namentlich beim äußersten Saturnusmond, dasselbe Zusammentreffen von Rotation und Umlauf in gleicher Periode stattfindet, ist an diesem letzteren aus dem auffallenden Umstande erkannt worden, daß er an einer gewissen Stelle seiner Umlaufsbahn allemal selbst für die stärksten Fernröhre durch zunehmende Lichtschwäche verschwindet. Man vermuthet, daß dieser Mond auf einer Seite wegen besonderer Oberflächenbeschaffenheit nur sehr wenig Licht reflectirt, und deshalb dann allemal unsichtbar wird, wenn er diese Seite uns zukehrt, und da dies stets an derselben Stelle seiner Bahn im Vergleich zum Hauptkörper eintritt, so geht daraus zugleich hervor, daß auch bei ihm, wie bei unserem Monde, Rotation und Umlauf um den Planeten zeitlich zusammen fallen. —

Dreiundsechszigster Brief.

Wärmestrahlung des Mondes.

„Daß das Mondlicht wärmeerzeugend ist, gehört, wie so viele andere meines berühmten Freundes Melloni, zu den wichtigsten und überraschendsten Entdeckungen unseres Jahrhunderts. Nach vielen vergeblichen Versuchen, von La Hire an bis zu denen des scharfsinnigen Forbes, ist es Melloni geglückt, mittelst einer Linse (lentille à échelons) von drei Fuß Durchmesser, die für das meteorologische Institut im Vesuv-Kegel bestimmt war, bei verschiedenen Wechseln des Mondes die befriedigendsten Resultate der Temperatur-Erhöhung zu beobachten." Kosmos S. 497.

So klein auch diese zuerst von Melloni aufgefundene Wärmewirkung der Mondstrahlen auf unsere Erde ist, so ist es dennoch dem Dr. Buijs Ballot in Utrecht gelungen, dieselbe auch in den periodischen Schwankungen der mittleren Temperaturen auf der Erde nachzuweisen. Durch eine sehr genaue Vergleichung zwanzigjähriger Temperaturbeobachtungen zu Danzig, Harlem und Zwanenburg hat er ein sehr geringes periodisches Steigen und Sinken zwischen den übrigen mannichfachen Aenderungen der Temperatur gefunden, welches von den Mondphasen abhängig zu sein scheint, da es mit denselben der Zeit nach zusammentrifft.

Es ist dasselbe freilich so gering im Vergleich zu den übrigen Variationen, daß es keinen bemerkbaren Einfluß auf den Verlauf der Witterung, oder auf die Entwickelung des organischen Lebens auf der Erde haben kann.

Mädler sagt über diesen letzteren Punkt in seiner Selenographie ungefähr Folgendes: Die Einflüsse des Mondes auf die Erde und ihre Bewohner sind ein Gegenstand, der zu den abenteuerlichsten Meinungen Veranlassung gegeben hat, und welchen die fruchtbare Einbildungskraft früherer Zeiten in ein fertiges System zu bringen unternahm, lange bevor gründliche Beobachtung auch nur angefangen hatte, einige Unterlagen zu einem solchen zu liefern. Wir kennen mit Sicherheit nur drei verschiedene Arten der Wirkung eines Weltkörpers auf den anderen. Anziehung, Erleuchtung und Erwärmung. Alle anderen Einflüsse sind nur mittelbare Folgen der drei genannten oder überhaupt nur scheinbare. Wenn z. B. wirklich die Krebse zur Zeit des Vollmondes fetter sein sollten, als zur Zeit des Neumondes, so kann das recht wohl eine Folge davon sein, daß sie ihrer Nahrung vorzugsweise des Nachts nachgehen, und diese bei Mondschein

besser sehen als im Dunkeln. Solche indirecte Wirkungen können mehrfach stattfinden und werden stets leicht einer falschen Deutung unterliegen. Ebbe und Fluth des Meeres sind nothwendige Folgen der Anziehung des Mondes (und der Sonne), ebenso wird auch der Luftdruck und mehr noch das äußere Niveau der Atmosphäre dadurch etwas verändert. Aber der Einfluß des Mondes auf die Witterung ist noch sehr wenig festgestellt. Jedenfalls ist er äußerst gering. Man hat gefunden, daß während der Erdferne des Mondes das Wetter durchschnittlich etwas heiterer und trockener sei, auch das Barometer höher stehe, als während der Erdnähe. Die größeren Veränderungen der Witterung haben sich aber bis jetzt als unabhängig von der Stellung und Entfernung des Mondes gezeigt. Sehr allgemein ist die Behauptung, daß mit dem Eintritt des Voll- und Neumondes die Witterung sich häufiger ändere, als zu anderen Zeiten; es ist sehr schwierig hierüber zu entscheiden, und man wird jedenfalls ganz andere Wege einschlagen müssen als bisher, wenn man zu einem unbefangenen Resultate gelangen will. Namentlich muß man berücksichtigen, daß die Lichtphasenabschnitte des Kalenders durchaus nicht auf plötzlichen Aenderungen der Natur beruhen, sondern vollständig in einander übergehen. Von scharfer Abgrenzung kann dabei niemals die Rede sein. Mit diesen Witterungseinflüssen hängen dann auch wohl die Veränderungen zusammen, die man in der Pflanzen- und Thierwelt wahrgenommen haben will, sowie der Einfluß des Mondes auf die Krankheiten der Menschen. Aber alle diese angeblichen Erscheinungen sind noch im höchsten Grade unsicher. Sicherer ist es durch Kreyl's Beobachtungen, daß die Stellung des Mondes einen kleinen Einfluß auf die Richtung der Magnetnadel ausübt. Auch die chemische Wirkung des Mondlichtes ist nach Arago und Daguerre nicht ganz Null. Es ist gelungen, dadurch einen bleibenden weißen Fleck auf Chlorsilber zu erzeugen.

Auf ein solches Minimum reducirt sich vor dem Lichte beobachtender Wissenschaft, was man so oft über den Witterungseinfluß der Mondphasen und über ihren Einfluß auf das Gedeihen der Pflanzen und Thiere fabeln hört. Wir können freilich nicht mit absoluter Bestimmtheit behaupten, daß keinerlei andere Einwirkung der Stärke des Mondlichtes möglich sei,

aber wissenschaftlich wahrscheinlich ist bis jetzt keine andere, und so lange dies nicht der Fall ist, wird es wenigstens vorsichtiger sein, dergleichen einstweilen zu bezweifeln und unter die Kategorie jener zum Theil uralten Vorurtheile zu rechnen, deren sich so viele mit großer Zähigkeit im Sinn und Mund des Volkes erhalten. — Damit soll aber keineswegs die gründliche Untersuchung der Sache, vom wissenschaftlichen Standpunkte aus, als ganz unnöthig und unfruchtbar bezeichnet werden. Im Gegentheil, seitdem man tiefer in die Geheimnisse auch des organischen Lebens eindringt und überall erkennt, wie ungemein zarter Natur die Vorgänge im Nervenleben sind, seitdem man die seltsamen Erscheinungen des sogenannten thierischen Magnetismus nicht mehr zu leugnen vermag und Wirkungen des Lichtes zugestehen muß, selbst wenn die Augen es nicht empfinden, seitdem wird es Zeit, sorgfältige und unbefangene Beobachtung auf alle Erscheinungen zu richten, welche möglicher Weise mit dem Wohle der Menschheit in Verbindung stehen können.

Vierundsechzigster Brief.

Der Mond ein Spiegel der Erde.

„Das aschgraue Licht, in welchem ein Theil der Mondscheibe leuchtet, wenn einige Tage vor oder nach dem Neumonde sie nur eine schmale, von der Sonne erleuchtete Sichel darbietet, ist Erdenlicht im Monde, „der Widerschein eines Widerscheins“. Je weniger der Mond für die Erde erleuchtet erscheint, desto mehr ist erleuchtend die Erde für den Mond. Unser Planet bescheint aber den Mond 13½ mal stärker, als der Mond seinerseits ihn erleuchtet; und dieser Schein ist hell genug, um durch abermalige Reflexion von uns wahrgenommen zu werden. Das Fernrohr unterscheidet in dem aschgrauen Lichte die größeren Flecken, und einzelne hellglänzende Punkte, Berggipfel in den Mondlandschaften; ja selbst dann noch einen grauen Schimmer, wenn die Scheibe schon etwas über die Hälfte erleuchtet ist. Zwischen den Wendekreisen und auf den hohen Bergebenen von Quito und Mexico werden diese Erscheinungen besonders auffallend. Seit Lambert und Schröter ist die Meinung herrschend geworden, daß die so verschiedene Intensität des aschgrauen Lichtes des Mondes von dem stärkeren oder schwächeren Reflex des Sonnenlichts herrührt, das auf die Erdkugel fällt: je nachdem dasselbe von zusammenhängenden Continentalmassen voll Sandwüsten, Grassteppen, tropischer Waldung und öden Felsbodens; oder von großen oceanischen Flächen zurückgeworfen wird.“ Kosmos S. 497.

Man erkennt also aus diesem doppelt reflectirten Licht der nicht von der Sonne bestrahlten Mondfläche, welcher Theil der

Erde ihr eben vorzugsweise zugekehrt ist, ob die große Ländermasse Asiens und Afrika's oder der atlantische Ocean mit dem schmaleren Amerika; ob auf den nördlichen Ländermassen eben eine ausgedehnte Schneedecke liegt oder ob ein schattendes Grün sie überzieht.

Die Erdbewohner sehen ihren eigenen Himmelskörper dort gleichsam im Spiegel. Diese Thatsache gehört sicher zu den besonders interessanten, obwohl sie bei Weitem nicht so interessant ist, als wenn man, wonach so eifrig gesucht worden ist, auf dem Monde deutliche Spuren eines organischen Lebens und geistiger Thätigkeit gleich der der Menschen entdecken könnte.

Was phantastische Beobachter, wie Gruithusen, von einem solchen gesehen haben wollen, was scherzend dem jüngeren Herschel als Beobachter einst untergeschoben worden ist, hat trotz seiner Richtigkeit dennoch die Phantasie gar Vieler zu beschäftigen vermocht, weil es allerdings von größter Wichtigkeit sein würde, wenn ähnliche Phänomene sich wirklich beobachten ließen. Nach dem, was wir über den Mangel einer Luft- und Wasserhülle des festen Mondkörpers wissen, ist es absolut unmöglich, daß auf diesem Trabanten ein dem irdischen analoges organisches Leben bestehen könne. Damit kann und soll freilich nicht behauptet werden, daß auf der Mondoberfläche überhaupt jede Belebung unmöglich wäre. Warum sollte nicht auch unter ganz anderen Bedingungen eine solche bestehen können? — aber irgend eine besondere Vorstellung davon können wir uns sicher nicht machen.

Nehmen wir indessen einmal an, daß dem Menschen in geistiger Beziehung analoge Wesen ohne Luft und Wasser in irgend einem anderen Medium bestehen könnten, oder daß der Mond mit diesen für uns so wichtigen Lebensbedingungen ausgestattet wäre (was aber in Wirklichkeit nicht der Fall ist), so würden dennoch auch schon die Formverhältnisse der festen Oberfläche, sowie die Einflüsse der astronomischen Stellung und Bewegung auf dem Monde sicher ganz andere Lebenserscheinungen hervorrufen, als auf der Erde.

Menschen auf dem Monde würden überall mehr und andere Terrainhindernisse für ihren Verkehr finden, als auf der Erde. Mächtige natürliche Grenzen sondern seine Oberfläche weit mehr in natürlich abgeschlossene Gebiete, als das auf un-

feren Festländern der Fall ist. Fast in jedem der großen Kesselthäler mit nach Innen so ungemein unzugänglichen Rändern, möchten sich Bevölkerungsgruppen festsetzen, kleine abgeschlossene Staaten bildend. Leichter würde noch der Verkehr auf den umsäumenden Bergketten, als quer durch die Kesselthäler hindurch über ihre steilen Ränder hinweg sein; am leichtesten freilich in den ebneren Gebieten, welche man als Mare unterschieden hat, wo eben nicht jene gewaltigen, viele Tausend Fuß weit klaffenden Spalten, die Rillen, sich entgegenstellen, und zu Ueberbrückungen der kühnsten Art auffordern. Es ist nicht ganz ohne Interesse sich zu denken, wie viel anders die staatlichen und socialen Verhältnisse der Menschen sich gestaltet haben würden, wenn die feste Erdoberfläche der des Mondes gliche; es ist das ein idealer Fall, welcher beinahe einem Extrem gleicht, und welcher nothwendig durchaus andere Lebenserscheinungen zur Folge haben müßte. Diesen Fall ins Einzelne durchzuführen, würde freilich eine fruchtlose Speculation sein, aber die allgemeine Berücksichtigung kann nur zum Nutzen gereichen für die Theorie des Einflusses der Bodengestaltung überhaupt. Fruchtloser noch, und nur als Idee von etwas ganz Fremdartigem verlockend, oder als Hülfsmittel zur Erläuterung des Thatsächlichen verzeihlich, sind dagegen die Betrachtungen über den Anblick des Himmels vom Monde aus. Der Astronom mag wünschen, eine Sternwarte unter dem nie bewölkten Mondhimmel zu haben; von der uns abgewendeten Seite, die niemals die Erde erblickt, mag er dann in Gedanken nach der uns zugekehrten reisen und vor sich allmälig den mächtigen Ball der Erde höher und höher aufsteigen sehen, bis er im Sinus Medii angelangt, sie in ihren wechselnden Phasen stets senkrecht über sich erblickt, deutlich ihre Umdrehung erkennend an den gleichmäßig kommenden und verschwindenden Land- und Meerestheilen, wenn nicht eben gewaltige Wolkenbildungen einen großen Theil der festen Erde verhüllen. Nur langsam erhebt sich und senkt sich dagegen die Sonne in wenig verändertem Bogen, ziemlich oft während des höchsten Standes hinter der dunklen Erdmasse verschwindend.

Auf dem Monde hat der Tag gleiche Länge mit dem Jahre, und Tag und Jahr sind so lang als unsere Monate, 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten. Ein Unterschied der Jahres-

zeiten ist kaum bemerkbar. Die Bewohner des Aequators haben ewigen Sommer, die der Pole ewigen Winter. Die Tage sind das ganze Jahr hindurch fast von gleicher Länge, alle Tage gleich hell, alle Nächte gleich dunkel. Der Mangel einer strahlenbrechenden Atmosphäre raubt die Wohlthat der Dämmerung, und blitzesschnell würde dem glänzendsten Tage die dunkelste Nacht folgen, wenn nicht die Langsamkeit des Sonnenauf- und Unterganges den Uebergang etwas milderte. Hätten Mondbewohner Augen wie wir, sie würden die scharfen Contraste von Licht und Schatten dort nicht ertragen können, sie würden jene sanften Uebergangsfarben zwischen Schwarz und Weiß, die unsere Welt mit ihrem bunten Spiel verschönen, nicht kennen. Der Himmel erschiene ihnen nicht blau wie bei uns, sondern am Tage selbst schwarz. Versetzen wir uns in die Gebirgslandschaften des Mondes, besonders seiner Pole! Da sehen wir Höhen, die in ewigem Sonnenlicht erglänzen, Thäler, die weder Tag noch Nacht kennen, in denen nur sanfte Dämmerung herrscht, erzeugt durch den Reflex der umgebenden Gebirge.

Tiefes Dunkel bezeichnet die Nächte der jenseitigen Mondhälfte, nur Sterne und Planeten funkeln an der schwarzen Hülle, die fast 15 Tage lang sich über jene Fläche wölbt. Auf der uns zugewandten Seite giebt es dagegen keine finstere Nacht, die Erde erleuchtet sie stets und mit fast 14 mal hellerem Lichte, als uns der Mondschein. Beer und Mädler haben in ihrer Selenographie die Vorzüge für einen mit seiner Sternwarte auf den Mond versetzten Astronomen in folgenden Worten ausführlich geschildert:

„Zuförderst ist leicht einzusehen, daß beide Mondhalbkugeln genau unterschieden werden müssen. Auf der diesseitigen kennt man keine eigentliche Nacht, sondern nur den Unterschied des Sonnen- und Erdscheines, welcher letztere, abgesehen von dem uns nicht genau bekannten Verhältnisse der Reflexionsfähigkeit beider Körper, unsern Mondschein 13½ mal übertrifft, und durch Finsternisse nicht merklich geschwächt werden kann. Es ist anzunehmen, daß man hier von den schwächeren Fixsternen, Planeten und Kometen wenig oder nichts bemerken werde, und die genaueren Beobachtungen auf die helleren Himmelskörper, vor allem die größeren Planeten

und die Erde selbst, werde beschränken müssen. Dagegen ist Alles, was Zeit und Längenbestimmungen betrifft, hier am directesten zu erhalten; die Firirung seines ersten Meridians (den hier die Natur selbst giebt, und nicht wie auf der Erde einer mißlichen Convenienz überläßt) kann nur von dieser Halbkugel ausgehen. — Nur während der totalen Sonnenfinsterniß, deren Dauer sich für einen einzelnen Mondort auf 2½—3 Stunden erstrecken kann, ist ein ungehemmter Blick in das Universum gestattet; man sieht eine kurze Zeit hindurch Gegenstände, von denen man Monate lang nichts gewußt hat.

Für die jenseitige Halbkugel fällt hingegen der Erdschein völlig hinweg, und insofern nicht etwa eine physische Dämmerung eintritt, ist der Wechsel zwischen Tag und Nacht ein absoluter. Mit dem Verschwinden der Sonne ist jedes denkbare Hinderniß der Himmelsansicht aufgehoben und 350 Stunden hindurch zeigen sich die Erscheinungen des Firsternhimmels in ihrer ganzen Vollkommenheit. Die Astronomen der Erde müssen, wenn von Beobachtung feiner Objecte die Rede ist, den Unterschied der Sommer- und Winternächte, der mondhellen und mondfreien Nachtstunden, die Dämmerungen und eine Menge anderer Umstände in genauen Betracht ziehen; sie müßten dies selbst dann noch, wenn nie Wolken oder Nebel den Himmel verdeckten. Wie höchst nachtheilig alles dies z. B. auf die Entdeckung teleskopischer Kometen, ja selbst auf die Auffindung bereits bekannter und berechneter einwirkt, ist bekannt genug. Nichts von diesen erschwerenden Umständen bietet die jenseitige Mondhalbkugel.

Beide Halbkugeln aber genießen den Vortheil einer 27 mal langsamern täglichen Bewegung der Gestirne (ein Vortheil, den wir uns nur unvollkommen durch Uhrwerke verschaffen können), ja für alle Beobachtungen der Erde den noch weit bedeutenderen, daß sie zuweilen mehrere Stunden lang fast wie angeheftet im Felde des ruhenden Sehwerkzeuges stehen bleibt."

Und ferner, was ganz besonders hierher gehört, da es unsere Erde betrifft:

„Endlich genießt man dort den Vortheil, die Erde ihrer

ganzen Oberfläche nach mit einer unseren besseren Specialkarten gleich kommenden Genauigkeit abbilden zu können. Nicht allein wendet die Erde dem Monde binnen 24 Stunden 50 Minuten alle ihre Meridiane zu; auch ihre Pole rücken zu Zeiten bis 28° vom Rande nach der Mitte der Scheibe hin und die perspectivischen Verkürzungen derselben sind alsdann nicht größer, als die des Saturnringes, im Maximo seiner Oeffnung, für uns sind. Wir sehen etwa ¼ der gesammten Kugeloberfläche des Mondes gut, d. h. höchstens um die Hälfte verkürzt, ¼ in sehr starken Verkürzungen und das Uebrige — mit Ausnahme des Wenigen, was unter Begünstigung der Libration noch nothdürftig wahrgenommen werden kann — gar nicht; unsere Mondeskenntniß ist also, auch buchstäblich genommen, eine einseitige. Vom Monde aus dagegen erblickt man die landschaftlichen Prospecte unseres ganzen Erdkörpers fast unter allen Azimuthal- und Höhenwinkeln und unter den verschiedensten Beleuchtungen, und gelangt so zum Besitz einer sehr vollständig detaillirten Geographie, aus der nicht wenige Data höchst willkommene Bereicherungen unserer Erdkunde sein würden. Schnell würden von unseren Karten die terrae incognitae, die unbestimmten Küsten, die noch so häufigen Phantasiebilder von Gebirgen und Wasserzügen verschwinden, neue, noch ungesehene Inseln dem Ocean entsteigen; die Fragen über eine nordwestliche Durchfahrt, über das Vorhandensein polarer Continente u. a. m. wären mit einem Male gelöst, wenn wir einen unserer Geographen eine Zeit lang auf den Mond versetzen könnten."

Fünfundsechszigster Brief.

Das Kleben der Sterne am Mondrand.

„Das bei Sternbedeckungen bisweilen bemerkte Phänomen des Verweilens (Klebens) des eintretenden Sternes an und in dem Rande des Mondes kann wohl nicht als Folge der **Irradiation** betrachtet werden, welche bei der schmalen Mondsichel, wegen einer so verschiedenen Intensität des Lichtes im aschfarbenen und in dem von der Sonne unmittelbar erleuchteten Theile, diesen allerdings als jenen **umfassend** dem Auge erscheinen läßt. Arago hat bei einer totalen Mondfinsterniß einen Stern an der wenig leuchtenden rothen Mondscheibe während der Conjunction deutlichst kleben sehen. Ob überhaupt die hier berührte Erscheinung in der Empfindung und in den physiologischen Ursachen, oder in der Aberration der Refrangibilität und Sphäricität des Auges gegründet sei, ist ein Gegenstand der Discussion zwischen Arago und Plateau geblieben."

Kosmos S. 501.

Dieses sogenannte Kleben der Sterne am oder im Rande des Mondes besteht darin, daß nach Angabe mehrerer Beobachter ein Stern, auf welchen der helle Rand des Mondes zurückt, nicht in demselben Augenblick verschwindet, in welchem der Mondrand ihn berührt, und folglich im nächsten Moment eigentlich ganz bedecken muß, da jeder Fixstern für unsere Wahrnehmung auch durch die stärksten Fernröhre nur als ein einfacher leuchtender Punkt, nicht als eine Scheibe von sichtbarem Durchmesser erscheint, die nach und nach hinter den Mond rücken könnte. Das Verschwinden des Sternes erfolgte vielmehr nach jenen Angaben erst einige Secunden später und in dieser Zwischenzeit schien es, als wenn der Stern am Rande festsäße, oder sogar in denselben eindränge, als wäre er durch den Mond hindurch sichtbar. Man hat dieses von Einigen beobachtete Phänomen für den Beweis der Existenz einer strahlenbrechenden Mondatmosphäre ausgeben wollen, was jedoch besonders von **Bessel** hinreichend widerlegt worden ist. Andere Astronomen haben aber ein solches Phänomen trotz aller darauf gerichteten Aufmerksamkeit überhaupt nicht wahrnehmen können, und **Bessel** hielt es deshalb für wahrscheinlich, daß dasselbe seinen Grund nur in der Unvollkommenheit mancher Fernröhre habe, welche oft durch Diffraction der Strahlen an dem Rande des Objectivglases alle leuchtenden Gegenstände auf dunklem Grunde etwas größer erscheinen lassen, als sie wirklich sind. Diese fehlerhafte

Vergrößerung aller hellen Gegenstände findet nun auch beim Mondrande und selbst bei dem dahinter verschwindenden Fixsterne statt, und hat zur Folge, daß sich beide früher zu berühren scheinen, als ihre wahren Richtungslinien wirklich zusammenfallen. Der Stern erscheint dann natürlich eine Zeit lang innerhalb des sichtbaren (scheinbaren) Mondrandes, verschwindet aber augenblicklich, sobald er den wahren Mondrand berührt. Nach dieser Deutung ist das Kleben der Sterne also nur eine optische Täuschung. Aber die Frage ist, wie Sie aus obiger Stelle des Kosmos ersehen, noch nicht als völlig gelöst zu betrachten.

Sechsundsechzigster Brief.

Die Mondoberfläche.

„Durch die sorgfältige Anwendung großer Fernröhre ist es allmälig gelungen, eine auf wirkliche Beobachtungen gegründete Topographie des Mondes zu entwerfen; und da in der Opposition die halbe Seite des Erd-Satelliten sich ganz und auf einmal unseren Forschungen darstellt, so wissen wir von dem allgemeinen und blos figürlichen Zusammenhange der Berggruppen im Monde mehr als von der Orographie einer ganzen, das Innere von Afrika und Asien enthaltenden Erdhälfte. Der Regel nach sind die *dunkleren* Theile der Scheibe die flächeren und niederen; die *hellen*, viel Sonnenlicht reflectirenden Theile die höheren und gebirgigen. Keplers alte Bezeichnung beider als *Meer* und *Land* ist aber längst aufgegeben; und es wurde schon von Hevel, trotz der ähnlichen durch ihn verbreiteten Nomenclatur, die Richtigkeit der Deutung und des Gegensatzes bezweifelt. Als mit der Anwesenheit von Wasserflächen streitend wird hauptsächlich der Umstand angeführt, daß in den sogenannten *Meeren des Mondes* die kleinsten Theile sich bei genauer Untersuchung und sehr verschiedener Beleuchtung als völlig *uneben*, als polyedrisch und eben deshalb viel *polarisirtes* Licht gebend erweisen." Kosmos S. 503.

Unter allen Himmelskörpern ist natürlich der Mond am genauesten erforscht. Aber nur eine Seite kehrt er uns beständig zu, und es ist keine Hoffnung vorhanden, über die andere jemals etwas zu erfahren. Die Möglichkeit der Beobachtung ist hier für alle Zeiten abgeschnitten. Bei der verhältnißmäßigen Nähe des Mondes, seinem innigen Verbande mit der Erde und den mancherlei erkennbaren Analogien, war es natürlich, daß man auf der Mondoberfläche zunächst ähnliche Erscheinungen suchte, wie sie die Erdoberfläche darbietet, und daß man das auf dem Monde Beobachtete mit dem auf der Erde Bekannten

verglich. Bei dieser Vergleichung haben sich aber sehr bald einige auffallende Unterschiede herausgestellt. Von den sogenannten vier Elementen der Alten fehlen dem Monde nicht weniger als drei; er hat, wie ich Ihnen schon im achten Briefe des ersten Bandes gezeigt habe, keine Luft und kein Wasser, und der Mangel an Luft schließt auch alles Feuer im gewöhnlichen Sinne des Wortes aus. Es bleibt somit nur das übrig, was man bei uns nicht eben sehr genau als Erde im engeren Sinne zu bezeichnen pflegt, d. h. der feste Körper des Mondes, von dem wir aber durchaus nicht wissen, ob seine Zusammensetzung der des festen Erdkörpers ähnlich ist, oder sehr davon abweicht. Genau so wie die der Erde kann die chemische Zusammensetzung des Mondkörpers nicht sein, das ergiebt sich aus dem viel geringeren specifischen Gewicht der Gesammtmasse, nur etwa $^5/_9$ von dem der Erde, also im Ganzen nur etwa der Dichtigkeit der Gesteine an der äußeren festen Erdkruste entsprechend, während die Gesammtmasse der festen Erde durchschnittlich ungefähr so schwer ist wie Eisen. Diese Differenz macht indessen nur einen Unterschied in den quantitativen Verhältnissen der Zusammensetzung nöthig und könnte sich recht wohl mit qualitativ ganz gleichen Bestandtheilen vertragen, wenn die schwereren Elemente in geringerem Verhältniß vorhanden wären, als bei uns. Das ist aber auch Alles, was sich bis jetzt darüber sagen läßt, es ist eine Möglichkeit, die in Wirklichkeit ganz unerfüllt sein kann.

Genauer als die Masse kennt man die Formen der Mondoberfläche, ja diese sind auf der uns zugekehrten Mondseite in gewisser Beziehung besser bekannt, als die der Erde. Die Gebirge im Inneren Afrika's und Neuhollands sind z. B. noch bei Weitem nicht so genau erforscht und aufgezeichnet, als alle Theile der sichtbaren Mondoberfläche.

Bei Betrachtung des Mondes stellen sich zunächst sehr auffallende Lichtunterschiede heraus, diese hat man von jeher, auch ohne Vergrößerung, bemerkt, und früher zuweilen wohl für die Unterschiede von Wasser und Land gehalten. Die Untersuchung mit Hülfe optischer Instrumente hat indessen bald gezeigt, daß sie das nicht sind. Auch sind dieselben unabhängig von der geometrischen Form der Oberfläche und müssen vielmehr von der

physischen Natur derselben abhängig sein. Aeltere Astronomen haben die dunkleren Stellen „Meere (Mare, Ocean, Sinus)“ genannt, ohne sie deshalb mit Bestimmtheit für solche zu erklären. Bei genauerer Betrachtung zeigen sich dieselben fast ebenso uneben, als die helleren, die ungleiche Leuchtkraft beider hängt daher nicht von ihrer Form, sondern von ihrer Fähigkeit das Licht zu reflectiren ab; wie auch auf unserer Erde, unabhängig von dem Grade der Unebenheit, Unterschiede der Lichtreflexion vorhanden sind, je nachdem die Oberfläche mit Vegetation bedeckt ist, oder aus den Trümmern und Zersetzungsproducten dieses oder jenes Gesteines besteht; weiße Kreidefelsen leuchten z. B. viel mehr als dunkle Schieferfelsen. Im Allgemeinen bleibt indessen immerhin auch der Unterschied bemerkenswerth, daß die eigentlichen Gebirgsgegenden der Mondoberfläche sich vor den weniger gebirgigen durch größere Helle auszeichnen. Lambert hat diese ungleiche Helligkeit der Mondoberfläche die ungleiche Weiße derselben genannt, und zwischen zwei Extremen, einem glänzenden Weiß und einem dunklen Grau, beobachtet man alle möglichen Zwischenstufen. Die Unebenheiten der Oberfläche sind, wie ich Ihnen nachher specieller beschreiben werde, sehr groß; man unterscheidet Berge und Gebirge, thalartige Vertiefungen und fast ebene Gegenden. Der hellste, glänzendste Theil der Mondoberfläche ist das Aristarch benannte Gebirge. Im Allgemeinen zeigen sich, wie gesagt, allerdings die Gebirge etwas heller, als die Ebenen, im Einzelnen giebt es aber davon eine Menge Ausnahmen, einzelne Berge sind sogar dunkler als ihre ebenen Umgebungen, und wenn zwei Berge von gleicher Form und Größe neben einander, in der Nähe der Lichtgrenze gesehen, zu einer Zeit, wo ihre Schatten lang sind, gar nicht nach ihrer Helligkeit von einander unterschieden werden können, so ist es etwas ganz Gewöhnliches, daß sie zur Zeit des Vollmondes, wo sie keine Schatten werfen, so ungleich hell erscheinen, daß der eine einen glänzenden Fleck bildet, während der andere durchaus nicht mehr von seiner Umgebung zu unterscheiden ist.

Wenden wir uns nun von diesen allgemeinen Helligkeitsunterschieden der Mondoberfläche zu den besonderen Formen, welche man auf ihr unterscheiden kann, so zeigen sich hier, ver-

glichen mit unserer Erde, wieder manche Analogien, aber auch große Abweichungen. Die Oberfläche des Mondes ist, wie gesagt, sehr uneben, wir erkennen Erhöhungen und Vertiefungen, Berge und Gebirge, auch etwas wie Thäler; da aber kein Meer vorhanden ist, so fehlt es ganz an einem mittleren Niveau, auf welches sich diese Erhöhungen und Vertiefungen reduciren ließen. Die Höhe der Berge läßt sich aus der Länge ihres Schattens, aus der Dauer ihrer Beleuchtung noch innerhalb der schon beschatteten Mondseite, oder auch in einzelnen Fällen aus ihrem Hervorragen am Rande der Scheibe berechnen; aber diese Berechnung bezieht sich stets nur auf die benachbarten ebeneren Theile der Oberfläche, die doch selbst nie ganz eben und unter sich gleichem Niveau sind. Wenn man daher gefunden hat, daß einige Mondgebirge sich beinahe so hoch als der Himalaja erheben, so ergiebt sich daraus, daß einzelne Gebirgsmassen etwa eine deutsche Meile ziemlich schroff über ihre nächsten Umgebungen aufragen; es ist zu vermuthen, daß diese Gebirgsmassen einen noch imposanteren Eindruck machen müssen, als die Kette des Himalaja, deren Fuß schon ziemlich hoch liegt und die nur allmälig zu den höchsten Gipfeln aufsteigt, während die meisten Bergabhänge des Mondes sehr steil, überhaupt fast alle seine Formen schroffer und schärfer ausgeprägt sind. Bedenkt man dazu, daß der Durchmesser des Mondes nicht viel über ¹/₄ so groß ist, als der der Erde, so ergiebt sich, daß das Verhältniß der Mondgebirge im Vergleich zu der Gesammtmasse des ganzen Weltkörpers ein weit bedeutenderes ist, als das der höchsten Gebirge auf unserer Erde. Aber wir dürfen bei diesem Vergleich auf der anderen Seite auch nicht vergessen, daß auf dem Monde keine Vertiefungen mit Wasser ausgefüllt sind. — Denken wir uns von der Erde alles Meer hinweg, so werden die Höhenunterschiede mindestens doppelt so groß als sie jetzt erscheinen, und nahe am Meere gelegene Berge oder Gebirge, wie etwa der Pic von Teneriffa, würden dadurch unstreitig sehr an imponirender Höhe gewinnen. Dennoch würde die Erdoberfläche auch dadurch schwerlich eine so unebene werden, wie die Mondoberfläche es factisch ist. So ähnlich aber auch manche Unebenheiten der Mondoberfläche solchen unserer Erde sind, so zeigen sich doch auch hierbei große Verschiedenheiten. Zunächst fehlen dem Mond alle eigentlichen

Fluß-Thäler (Thalrinnen), er besitzt nur Erhöhungen (Berge) und Vertiefungen, welche letztere aber gewöhnlich kesselförmig, kreisförmig, oder geradlinig wie Spalten gestaltet sind. Was man auf dem Monde Thäler genannt hat, läßt sich unseren Flußthälern mit ihren vielfachen Verzweigungen doch nicht vergleichen. Wenn wir bedenken, daß kein Wasser vorhanden ist, so muß dieser Unterschied uns sehr erklärlich und natürlich erscheinen.

Unter den Gebirgen giebt es auf dem Monde zwar auch viele langgestreckte, den Gebirgsketten der Erde vergleichbar, aber durchaus die vorherrschende Form der Gebirge ist auf dem Monde die Ringform, und zwar in allen Größenverhältnissen und in ziemlicher Mannichfaltigkeit. Man beobachtet regelmäßige Gebirgsringe von mehr als 30 Meilen Durchmesser, und von dieser Größe abwärts bis zu der geringsten, die durch die besten Instrumente überhaupt noch wahrnehmbar ist. Die größeren dieser ringförmigen Bergketten oder Gebirgswälle hat man Ringgebirge (die ganz großen auch Wallebenen) genannt, die kleineren Krater (die kleinsten auch wol Gruben), wegen der großen Aehnlichkeit mit der Form vieler Vulcane der Erde. Es erreichen jedoch die kleinsten auf dem Monde beobachtbaren Krater an Größe des Durchmessers schon die größten Krater unserer Erde, während für die großen des Mondes sich auf unserer Erde der Größe nach nichts Analoges findet. Auch die Form ist nicht genau entsprechend der unserer irdischen Vulcane. Die kreisrunde Vertiefung ist nämlich bei den Ringgebirgen und Kratern des Mondes fast immer dem Theil einer Hohlkugel vergleichbar und senkt sich im Mittel allemal tiefer



ein, als die äußere ebenere Umgebung des kegelförmigen Ringwalls. Vergleichen Sie mit dem vorstehenden idealen Querschnitt eines Mondkraters und Mondringgebirges den nachstehenden, welcher die gewöhnlichsten Querschnittverhältnisse unserer Vulcane darstellt.



Bei den größeren Ringgebirgen ist der innere Boden verhältnißmäßig ziemlich eben oder von einzelnen kleineren Kratern, Kegeln oder Bergketten bedeckt, und erhebt sich an den Rändern hohlkugelförmig, gegen den oberen Rand hin gewöhnlich sehr steil; aber auch bei ihnen liegt dieser flache oder gebirgige Boden meist etwas tiefer, als die Gegend außerhalb des Ringgebirges, welches übrigens nicht immer völlig geschlossen und zusammenhängend ist, sondern zuweilen aus einzelnen Theilen oder aus einem complicirten System von Bergketten und Kratern besteht, auch wohl sich nach Innen oder nach Außen etwas verzweigt. Mehrere der Ringgebirge enthalten in ihrer Mitte als Centrum einen Kegelberg (auch wohl ein kleines Gebirge), der sehr hoch sein kann, aber nach Beer und Mädler doch niemals die Höhe des Ringgebirges erreicht. Dieser Centralberg ist zuweilen selbst ein Krater, auch enthält sehr häufig die Umwallung viele einzelne Krater, wie denn diese Ringform sich unter allen noch erkennbaren Größenverhältnissen überall und in unzählbarer Häufigkeit wiederholt. Kunowsky sagt, daß die Verzeichnung aller unter günstigen Umständen sichtbaren Krater ebenso schwierig sein würde, als die Verzeichnung aller Sterne der Milchstraße. Beer und Mädler haben Gegenden des Mondes beobachtet, welche für gewöhnlich eben erscheinen, unter sehr günstigen Umständen aber sich von unzählbaren Kratern bedeckt zeigen, die alle ihre Schatten werfen, und wohl dadurch eine gewisse Dunkelheit der Oberfläche hervorbringen mögen.

Der Ausdruck Krater ist für diese Oberflächengestaltung allerdings wegen der Aehnlichkeit mit den Kratern der Vulcane auf der Erde gewählt worden, ohne jedoch dadurch ausdrücken zu wollen, daß sie genau so entstanden und überhaupt ganz dasselbe sein müßten. Etwas, was man den Lavaströmen unserer Vulcane vergleichen könnte, hat man noch gar nicht beobachtet, denn die hellen Streifen, welche von manchen großen Kratern oder Ringgebirgen radial auslaufen, und welche dem ersten Anblick nach dafür gehalten werden könnten, sind sicher nichts der Art, da sie hunderte von Meilen lang über Berge und Gebirge hinweg fortziehen. Ich werde mich jetzt auf die einfache Darstellung der Erscheinungen beschränken und nachher

erst einige geologische oder vielmehr selenologische Betrachtungen daran anknüpfen.

Es bleiben mir nun noch zwei merkwürdige Configurationen der Mondoberfläche zu erwähnen übrig, die sich kaum mit irgend einer irdischen Erscheinung vergleichen lassen. Zunächst die eben schon erwähnten hellen, einige Meilen breiten Streifen, welche sich, von gewissen Punkten ausgehend, wie Strahlen ausbreiten. Sie sind während des Vollmondes am deutlichsten, weil bei dieser Beleuchtung viele der speciellen Unebenheiten wegen ihrer Schattenlosigkeit unsichtbar sind, und deshalb die Beobachtung der Streifen nicht stören. Diese Streifen gehen gewöhnlich von größeren Ringgebirgen aus, indem sie in kleiner Entfernung von dem äußeren Gebirgsrand beginnen und dann wie ein Heiligenschein dasselbe umstrahlen. Das Ringgebirge Tycho ist z. B. von mehr als hundert solchen radialen Streifen oder Strahlen umgeben, und dieselben reichen oft 30, 50, ja bis 400 Meilen weit durch alle benachbarten Oberflächenformen hindurch, sie durchschneiden Alles, was in ihre Richtung fällt, Ringe, Krater, Berge und Ebenen und gewinnen zuweilen innerhalb der durchschnittenen Ringgebirge wieder besonders an Helligkeit, so der große 400 Meilen lange Streif, welcher vom Tycho nordwestlich ausläuft, bei seinem Durchgang durch den Menelaus. Auf der Karte haben nur einige dieser Streifen in ebneren Gegenden dargestellt werden können, weil sie nur dann deutlich sichtbar werden, wenn man die Berge wegen voller Beleuchtung nicht unterscheidet. Die Darstellung der Bergformen war aber auf der Karte Hauptsache.

Die zweite ebenso sonderbare Erscheinung sind die sogenannten Rillen; lange und schmale, gewöhnlich vollkommen gerade, aber auch zuweilen gekrümmte Vertiefungen. Man sieht dergleichen von 2 bis zu 30 Meilen Länge. Sie laufen zuweilen durch kleine Krater hindurch oder dicht an ihnen vorbei, oder sie sind durch einen Kraterberg scharf beendet. Ueber Berge gehen sie in der Regel nicht hinweg. Daß es wirklich beträchtliche graben- oder spaltenförmige Vertiefungen sind, ergiebt sich aus dem Schatten, den ihre Ränder in das Innere werfen; doch lassen sie sich mit den Thälern der Erde durchaus nicht näher vergleichen.

Man hat, wie Sie wissen, seit alter Zeit, aus den Schattirungen der Mondoberfläche ein Menschenantlitz zu construiren gesucht, und dieses Angesicht des Mondes, was Ihnen aus jedem Kalender entgegen schaut — wenn auch mehr sein Lichtglanz, als seine Formen — begeisterte sogar die Dichter, ihm ihre Verehrung zu zollen, Hoffmann v. F. singt:

Holde Luna, süß und milde,
Wie ein Engelsantlitz schön,
Ach, ich kann an Deinem Bilde,
Niemals, niemals satt mich sehn.

Bist so lieblich, scheinst so helle,
Blendest nasse Augen nicht,
Und hast doch auf alle Fälle
Solch ein himmlisch Angesicht.

Wenn Du so im Stillen lächelst,
Und ich sehe Dich, alsdann
Glaub ich, daß Du mich belächelst,
Und Du lachst mich auch wohl an.

Wenn wir dieses himmlische Engelsantlitz mit Hülfe von Fernröhren etwas näher betrachten, dann schwinden freilich jene eingebildeten Formen hinweg, und das ist ein wahres Glück, denn bliebe auch nur die leiseste Aehnlichkeit mit einem Angesicht übrig, so würde dieses durch die erblickten Einzelheiten zur greulichsten Fratze werden. Wir würden uns versucht finden, dieses Engelsgesicht bockennarbig, von Flechten und Narben durchzogen, und mit großen Leberflecken bedeckt zu nennen, denn wirklich könnte man diesen wenig anziehenden Hautformen die Ringgebirge und Krater, die Bergadern, Lichtstreifen und Ringe, sowie die dunkleren Meere der Mondoberfläche vergleichen.

Um das Allgemeine an einigen Beispielen deutlicher zu machen, erlaube ich mir noch Sie an der Hand Mädler's zu einigen der auffallendsten Mondlandschaften zu führen.

Wir beginnen unsere Wanderung im nordwestlichen Quadranten der beigegebenen Karte.

Nahe am Westrande des Mondes bemerkt man schon mit bloßem Auge das Mare Crisium, seiner Gestaltung nach einen Uebergang bildend zu den sehr großen Ringgebirgen, gehört es zu den dunkelsten Theilen der Mondoberfläche.

Es ist 77 Meilen lang von Ost nach West, und 61 breit, erscheint aber, weil es am Rande liegt, sehr oval in südnördlicher Richtung. Seine Farbe ist vorherrschend grau mit einem schwachen grünlichen Schimmer, seine randlichen Ausbuchtungen aber sind dunkelgrün. Ich brauche wohl kaum daran zu erinnern, daß diese mehrfach vorkommende grüne Färbung in keinem Falle von einer unserer irdischen entsprechenden Vegetation herrühren kann, da es überall an Luft und Wasser fehlt. Es würde zwar ebenfalls sehr grundlos, aber doch weniger sinnlos sein, zu vermuthen, daß diese Färbung von in den Vertiefungen fest gewordenen Gasarten herrühre.

Das Mare Crisium ist rings von Gebirgsland umgeben. An der Ostseite zeigt sich ein hoher, steiler, mehrmal unterbrochener Rand. Seine Gipfel erheben sich 6000 bis 10000 Fuß und zwei derselben sogar 13320 und 14638 Fuß, also so hoch wie der Montblanc über den Meeresspiegel der Erde. Die Südseite des Ringwalles zeigt einzelne hohe Massen, die gegen die Fläche in rundliche Vorgebirge auslaufen, und zwischen diesen thalartige, gewundene Vertiefungen, die fast stets beschattet sind. Am niedrigsten und unzusammenhängendsten ist der westliche Rand, nur einzelne Kuppen ragen hier bis 7000 Fuß auf. — Bemerkenswerth ist noch im nördlichen Rand das Ringgebirge Elmmart, dessen Boden sich 9672 Fuß unter seinen Rand einsenkt.

Das Innere des Mare ist durchaus nicht eben. Es enthält nicht nur zahlreiche, wenn auch nur niedrige Bergrücken und kleine Hügel, sondern auch ein großes und zwei kleinere Ringgebirge oder große Krater, darunter den beinahe kreisförmigen Picard von ziemlich 5 Meilen Durchmesser, mit einem einfachen Ringwalle, der sich 2886 Fuß über seine äußeren Umgebungen und 4986 Fuß über den Boden des Kessels erhebt. Kleine Krater sind in sehr großer Zahl bemerkbar.

Südlich vom Mare Crisium bis gegen den Mondäquator hin zeigen sich fast nur Gebirgs- und Hügellandschaften. Zwischen ihnen große Tiefthäler, durch welche einzelne Plateaus abgesondert werden. Selbst bei Vollmond sind diese Thäler meist beschattet.

Wir überspringen jetzt in Mädler's Beschreibung die Ring-

gebirge Condorcet, Azout, Firmicus, Apollonius u. s. w. mit ihren gewöhnlichen Umgebungen, sowie den angrenzenden Westrand, dessen zum Theil große Ringgebirge nur zuweilen sichtbar sind. Im Nordwesten und Norden des Mare Crisium, bis in die Gegend des Endymion hin, finden sich weniger Bergketten, aber eine große Menge Ringgebirge, die zum Theil zu den größeren gehören; so der Cleomedes von 17 Meilen Durchmesser, der Tralles, der Geminus, fast ganz kreisförmig 11¾ Meilen im Durchmesser und von einem westlich 15,690 Fuß hohen Walle umgeben. Zwei Centralberge in seinem Inneren sind nur undeutlich. Ferner den Gauß, eine Wallebene von 24 Meilen Durchmesser, mit einer sehr deutlichen Centralkette, aber ganz am Westrande gelegen; den Massala, ebenfalls kreisförmig und 15 Meilen im Durchmesser, sein Rand erhebt sich aber nur 3360 Fuß; ferner die Ringwälle Schumacher, Struve, Mercurius u. s. w. Ein sehr kenntlicher Gegenstand der Mondoberfläche ist nun der Endymion, eine Ringgebirgslandschaft von 17 Meilen Durchmesser, bei Vollmond als ein großer dunkler Fleck erscheinend. Das Wallgebirge ist höchst labyrinthisch, und seine Höhe wechselt von 7100 bis 11,360 Fuß. Die Gegend um Endymion bietet viel Merkwürdiges dar. Westlich zeigt sich ein weitverbreitetes hohes Gebirge, und an und neben demselben mehrere große Krater. Im Osten dagegen gewahrt man eine hügelige Landschaft, in der kein Berg über 1600 Fuß aufragt. Mehrere kleine Rillen und Thalspalten sind hier zu sehen, welche einer gemeinsamen Richtung folgen, obgleich sie weit von einander entfernt und durch Bergzüge von ganz verschiedener Richtung getrennt sind.

Betrachten wir den östlichen, bequemer sichtbaren Theil dieser Mondgegend, so finden wir zwei einander sehr ähnliche und fast zusammenhängende Ringgebirge, den Atlas und den Herkules, beide von 10 bis 12 Meilen im Durchmesser und im Innern 10,200 Fuß tief unter ihren westlichen Walltheil eingesenkt. Atlas hat auf seinem Boden eine Hügelreihe mit einem ziemlich deutlichen Centralberg, Herkules dagegen einen etwas excentrisch gelegenen, großen und hellen Krater. Zahlreiche Gebirge umgeben beide Ringgebirge, aber, wie in solchen Fällen gewöhnlich, von weit geringerer Höhe als die Ringwälle selbst.

Die Gegend um den Nordpol des Mondes zeichnet sich im Allgemeinen durch besondere Helle aus; es liegen auch hier mehrere große Ringgebirge, so Anaxagoras, Scorresby, Demokrit u. s. w., so wie einige mehr quadratisch oder oblong umwallte Stellen, so z. B. der Barrow.

Der Nordpol selbst ist aber durch keine bemerkbare physische Eigenthümlichkeit ausgezeichnet. Die Berge sind hier nicht ganz so hoch als am Südpol, einige derselben werden aber dennoch ewig von der Sonne beschienen und kennen keine Nacht, weshalb auch die Ebenen hier nur einen sehr langsamen Wechsel zwischen Tag und Dämmerung empfinden, insofern auf dem atmosphärenlosen Monde überhaupt von einer Dämmerung die Rede sein kann, die hier eben nur durch die Lichtreflexion der hohen Berggipfel bewirkt werden kann. Nichts spricht für eine Schneebedeckung der Polargegenden.

Das Mare Frigoris erscheint als ein unbestimmter, blaßgelblicher oder vielleicht grünlichgelber breiter Streifen, dessen erste Spuren sich westlich schon beim Herkules und Endymion zeigen, dessen Haupttheil aber erst beim Aristoteles beginnt, und sich bis jenseit des Plato erstreckt. Seine Breite ist viel geringer und erscheint überdies auch noch durch die Rundung der Mondkugel verkürzt. Der westliche Theil ist stark von Bergadern durchzogen, weniger der östliche, der dagegen reicher an Lichtstreifen ist, und dessen dunklere Färbung besser hervortritt.

Ein Nebentheil des Mare Frigoris ist der Lacus Mortis, seine Gestalt ist der eines Kreises schon mehr ähnlich, mit 31 und 34 Meilen Durchmesser. Seine Schattirung ist nicht ganz so dunkel wie die der benachbarten Mareflächen. Im Osten zeigt sich ein hohes, aber kurzes Randgebirge, im Süden die beiden unregelmäßigen Vertiefungen Mason und Plana auf einem Hochlande, dessen niedrige Verzweigungen sich weithin erstrecken. Fast mitten im Lacus Mortis liegt das bedeutende Ringgebirge Bürg, weit und breit die auffallendste Erscheinung. Es hat 6 Meilen im Durchmesser und fällt sehr steil gegen Innen ab. Seine 5 Wallgipfel erheben sich bis 6390 Fuß über die Vertiefung und 3000 Fuß über die äußere Umgebung. In seiner Mitte erhebt sich ein auffallender Centralberg. Seine Form ist besonders einfach ausgeprägt. Eine Art

Verbindung zwischen dem Lacus Mortis und dem Mare Serenitatis bildet der Lacus Somniorum. Mitten durch ihn hin ziehen mehrere Bergketten und eine Reihe von großen Kratern, die von ungemein vielen, sehr kleinen Kratern und Bergkuppen begleitet sind. Auch große, flache, beulenförmige Erhöhungen zeigen sich auf dem Boden dieses Lacus.

Zwischen dem Mare Serenitatis, dem Lacus Somniorum, dem Palus Somnii und dem Mare Tranquillitatis liegt das Taurus-Hochland, eine meist aus großen, weit verzweigten Bergketten bestehende Gebirgslandschaft, in der es jedoch auch durchaus nicht an Ringgebirgen und Kratern fehlt. Sie zeigt im Allgemeinen eine helle Erleuchtung, von fast gleicher Farbe und gleichem Lichtglanz. In diesem Bergland ist der Posidonius das merkwürdigste Ringgebirge, obwohl sich sein Wall nur 5346 Fuß über den Kesselboden und 3080 Fuß über die äußere Fläche erhebt. Da er zu den besonders merkwürdigen Mondformen gehört, so habe ich versucht ihn nachstehend nach Mädler's großer Karte zu skizziren.



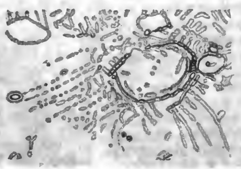
Posidonius ist in jeder Beleuchtung mit großer Deutlichkeit zu erkennen. Sein Inneres zeigt einen langen, vom Hauptwall nach innen abgehenden Bogen, schmal und ganz scharf abgeschnitten, einen kleinen, sehr hellen Krater und eine äußerst zarte Rille. Nördlich darunter erblicken Sie noch zwei tiefe Krater. Die Umgegend des Vitruvius, eines über 4000 Fuß tiefen Ringgebirges in derselben Gruppe, zeichnet sich durch ein besonders reiches Farbenspiel aus, vom dunkelsten Stahlgrau mit bläulichem Schimmer bis zum hellsten Weingelb finden sich alle Nüançen, und Mädler hält es für die würdige Aufgabe eines geschickten Malers, diese farbenreiche Partie bildlich darzustellen. Erwähnenswerth ist auch noch der 12,000 Fuß tiefe Macrobius, der im Innern außerordentlich schroffe Proclus mit seinem Centralberg, von dem einige Lichtstreifen nach dem Mare Crisium auslaufen.

Der Palus Somnii ist eine nach allen Seiten scharf

begrenzte Gebirgslandschaft zwischen dem Mare Crisium und dem Mare Tranquillitatis. Seine allgemeine Färbung scheint gelbbraun zu sein. Der 457 Quadratmeilen betragende Flächenraum ist gänzlich von Gebirgen und Kratern bedeckt, gehört aber dennoch zu den minder hellen Theilen der Mondoberfläche.

Das Mare Tranquillitatis ist unter den grauen Flächen der Mondscheibe eine der größeren und dunkleren. Es hängt mit dem Mare Foecunditatis, Nectaris und Serenitatis durch breite Zwischenglieder zusammen, unterscheidet sich aber von ihnen durch eigenthümliche Beschaffenheit. Ueberhaupt kann man bei aufmerksamer Betrachtung unmöglich der Meinung bleiben, als seien diese grauen Flächen etwas so Gleichartiges wie die Meere unserer Erde. An Ringgebirgen ist besonders der östliche Theil dieses Mare reich.

Das sehr mannichfach gebildete Hämus-Hochland trennt das Mare Tranquillitatis von dem Mare Serenitatis. Der Menelaus ist in diesem Gebiet ein ausgezeichnetes Ringgebirge von mehr als 6000 Fuß Tiefe, und in seiner Nähe zeigt sich ein vorherrschendes, übereinstimmendes Streichen der Gebirgsketten aus NO. nach SW., dem selbst einige Ringwälle mit ihrer langen Axe folgen. Zwei sehr tiefe Einsenkungen sind in dieser Gegend auch noch Eudorus und Aristoteles. Beide gegen 12,000 Fuß tief. Der Ringwall des letzteren besteht aus mehreren Parallelketten mit sehr vielen Gipfeln, und von ihm laufen wieder gegen 300 gruppenweise unter sich parallele Reihen von Bergen und zarten Hügeln aus, die sich in dem Maßstabe des nachstehenden Holzschnittes bei Weitem nicht

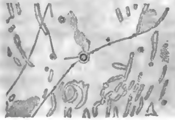


vollständig haben darstellen lassen. Die Krater in diesem höchst interessanten Hügelgewirre sind fast alle durch Helligkeit ausgezeichnet.

Was Hevel auf dem Monde Alpengebirge genannt hat, ist weder durch seine Höhe ausgezeichnet, noch durch seine Form unseren Alpen vergleichbar; den interessantesten Theil desselben bildet eine tiefe, geradlinige, thalartige Querkluft von 18 Meilen Länge und 1 Meile Breite, eine Art Rille in sehr großem Maßstabe.

Das Apennin-Gebirge, nahe dem Mittel der Mondscheibe, zeichnet sich aus durch seine massenhafte Höhe und gewaltige Erstreckung mit steilem nördlichen Absturz. Es umfaßt etwa 3500 Quadratmeilen, und mit einem guten Fernrohr kann man gegen 3000 einzelne Berge in ihm unterscheiden, von denen verhältnißmäßig nur wenige Krater sind. Seine ganze Oberfläche ist von besonderer Weiße. Sein höchster Berg, der Huygens, erhebt sich 16,932 Fuß über das benachbarte Mare Imbrium, auf seinem Gipfel erkennt man einen kleinen Krater. Viele andere Berge erreichen nahe dieselbe Höhe, was sich besonders deutlich an den hellen Gipfelpunkten (in der Nachtseite) bei halber Mondbeleuchtung erkennen läßt. Besonderen Reiz gewinnt diese Landschaft auch noch durch eine niedere parallele Vorkette auf der Seite des Mare Imbrium; man könnte diese Parallelkette dem Juragebirge der Schweiz vergleichen, das sich ähnlich zu der Hauptkette der Alpen verhält, ihr Parallelismus erinnert mindestens an ähnliche Entstehungsursachen, wie sie auf der Erde zu herrschen scheinen.

Südlich vom Apennin, an dessen flacheren Abhang, grenzt das Mare Vaporum an, welches aus einer unbestimmt begrenzten grauen Fläche besteht, hier und da von kleineren Erhebungen durchzogen. Besonders ausgezeichnet sind in ihm die zahlreichen Rillen. Da ist unter andern eine von 23 Meilen Länge, welche den schönen Krater Higinus und neun kleinere mitten durchsetzt. Ihre Breite be-



trägt etwa 5000 Fuß. Denken Sie sich also eine Spalte von dieser Länge und Weite und dabei von großer Tiefe, alle Berge scharf durchschneidend, und mit geringer Biegung — eine wie fremdartige Oberflächenform für uns Erdbewohner muß das sein! — Im Vollmonde erscheint sie als eine helle Lichtlinie, was voraussetzt, daß ihr Boden besonders hell leuchtet. Noch länger (31 Meilen), aber nicht so deutlich, ist eine andere, vom Krater Ariadäus ausgehende Rille. Mehrere andere Rillen strecken sich hier in ungefähr paralleler Richtung, zum Theil aber auch sich gabelnd oder gegenseitig durchschneidend. Leider berichten die Mondforscher noch nichts von Verwerfungen, wie sie bei den Zerspaltungen der Erdkruste so häufig vorkommen, und woraus sich sehr wichtige Schlüsse ziehen lassen würden. Einige im Wege liegende Berge werden von den Rillen nicht durchsetzt. Man könnte daraus vermuthen, diese Berge seien neuerer Entstehung als die Rillen, oder letztere von ihren Abhängen aus zugefallen oder zugedrückt.

Dem Mare Vaporum gehört auch eines der schönsten und am genauesten beobachteten Ringgebirge der ganzen Mondoberfläche an, es ist das Manilius, 5½ Meilen im Durchmesser, mit einem doppelten, zum Theil über 7000 Fuß hohen Ringwall, der wieder kleinere Krater enthält. In der Mitte ein schönes Centralgebirge. Dieser Ringwall ist ganz besonders hell und man hat ihn zuweilen selbst in der Nachtseite des Mondes vom Erdlicht erleuchtet, deutlich erkannt.

Folgen Sie mir jetzt aus dem bisher betrachteten nordwestlichen Quadranten der Mondscheibe in den nordöstlichen. Für diesen ganzen Mondtheil ist die Häufigkeit der hellen Streifen besonders charakteristisch.

In der Mitte der ganzen Mondscheibe, zum größeren Theile aber in diesem Quadranten, liegt der wenig ausgezeichnete Sinus Medii, im Ansehen einer kleinen Wolke ähnlich. Dieser Theil des Mondes sieht die Erde fast beständig im Scheitelpunkt über sich, und das Erdlicht muß hier während der Nachtzeit dieser Mondhälfte so stark wirken, daß wir dort recht bequem zu jeder Zeit lesen könnten, da von einer Wolkenbedeckung auf dem Monde nie die Rede sein kann. Welch fremdartiger Eindruck für uns müßte es sein, die große, Lichtphasen wechselnde

Erdscheibe senkrecht über dem Kopfe stehen zu sehen, so lange nicht um die Zeit unseres Vollmondes das Volldunkel der Erde und die Nähe der Sonne das verhindert. Auch die Sonne beschreibt ihren Tagesbogen fast stets senkrecht über diesen Sinus hinweg und verbirgt sich für ihn bei den häufigen Mondfinsternissen hinter der Erdscheibe.

Bemerkenswerthe Ringgebirge in dieser Gegend sind Pallas, Bode, Schröter und Ukert.

Der Sinus Aestuum, eine ziemlich hellleuchtende Landschaft, scheint sehr eben zu sein, namentlich fehlen ihm Ringgebirge und Krater gänzlich. Dagegen erhebt sich nordöstlich von diesem Sinus das ausgezeichnete Ringgebirge Eratosthenes; sein östlicher Rand ragt 14,832 Fuß über den Kessel empor, der sich gegen 7000 Fuß unter das allgemeine Niveau der Umgegend einsenkt und in dem sich wieder ein mehrköpfiges Centralgebirge erhebt. Zugleich ist Eratosthenes auf allen Seiten von kleineren Bergketten umgeben, die ihn nordwestlich mit dem Apennin und östlich mit den Karpathen verbinden.

Eins der strahlendsten Ringgebirge, wie Manilius selbst im Erdlicht noch erkennbar, ist ferner hier Copernicus. Zwei oder drei Tage nach dem ersten Viertel gewährt es einen ungemein prachtvollen Anblick; sein innerer Abfall ist terrassirt und in der Mitte erheben sich sechs Centralberge. Nach allen Seiten, besonders aber gegen Nordost, Nord und Nordwest, laufen strahlenförmig glänzende Streifen von dem Ringwall aus, und die Gegend nach Eratosthenes zu wimmelt von kleinen Kratern, die zum Theil perlschnurartig an einander gereiht sind, ähnlich den Reihenvulcanen unserer Erde, nur dichter an einander gedrängt, als diese gewöhnlich.

Das Karpathengebirge erstreckt sich etwa 60 Meilen von Ost nach West. Leider sind die wenigsten Gipfel dieser schönen bergreichen Gegend vom irdischen Standpunkte aus meßbar. Bemerkenswerth ist in diesem Mondtheil das Ringgebirge Tobias Mayer mit einer 9126 F. über seine Tiefe aufragenden Wallkuppe, einem kleinen Centralberg und einem daneben liegenden kleinen Krater.

Das Mare Imbrium ist eine fast kreisförmige, aber wenig scharf begrenzte Fläche von 16,000 Quadratmeilen Ober-

fläche mit mehreren randlichen Ausbuchtungen, so dem Sinus Iridum, dem Palus Nebularum und dem Palus Putredinis. Seine allgemeine Färbung ist nicht so dunkel wie z. B. die des Mare Tranquillitatis, auch wird es von vielen hellen Lichtstreifen nach allen Richtungen durchzogen. Als Ringgebirge dieser Gegend sind zu nennen: Timocharis, Lambert, Pytheas, Euler, Diophantus, Delisle, besonders aber Archimedes, eines der schönsten, regelmäßigsten und in die Augen fallendsten der ganzen Mondfläche, obwohl sich sein Rand nur gegen 7000 Fuß über die etwa 600 unter die allgemeine Oberfläche eingesenkte Vertiefung erhebt. Sein vielgipflicher Rand ist ein mehrfacher und von breiten Terrassen eingefaßt.

Das Innere durchziehen drei helle Streifen in westöstlicher Richtung. Eine schmale Bergkette erstreckt sich von hier nördlich, und nach ihrer Beendigung erhebt sich ein einzelner steiler Felsenkegel, der Pico, 6624 Fuß über die freie Ebene, auf der sein Schatten besonders leicht meßbar ist. Noch weiter nördlich stoßen wir auf das große und selbst im Vollmonde sehr deutliche Ringgebirge Plato, dessen Wallberge sich 3000 bis 7000 Fuß über die tief dunkle, aber von 4 hellen Lichtstreifen durchzogene Bodenfläche erheben. Diese Lichtstreifen streichen hier nicht wie im Archimedes westöstlich, sondern südnördlich, gehören aber wie jene nur der Bodenfläche an; was ihre Deutung als Spaltenausfüllungen sehr erschwert, wenn man nicht annehmen kann, daß in der Peripherie des Ringwalles nachträglich große Veränderungen vorgegangen sind, oder daß sie nur wegen allgemeiner Helle der Berggegend nicht sichtbar werden. In der Umgebung des Plato sind mehrere halbe und doppelte über einander greifende Krater bemerkbar.

Der Palus Putredinis und der Palus Nebularum fallen zwar mehr in den nordöstlichen als südwestlichen Quadranten, aber als Verzweigungen des Mare Imbrium sind sie hier zu erwähnen. Der Palus Nebularum zeigt schöne helle Streifen, welche meist radienartig vom Autolycus auslaufen, einem Ringgebirge von 8460 Fuß Tiefe, während das südlichere Aristillus sich 10,000 unter seine Gipfelberge einsenkt.

Vielleicht die prachtvollste von allen Mondlandschaften ist der Sinus Iridum, ebenfalls ein Anhängsel des großen Mare Imbrium. Das umgebende Gebirge, steil, chaotisch, von Alpenhöhe und sehr hell glänzend, trennt sich äußerst scharf von der Fläche des Busens, in der man nur mit großen Schwierigkeiten einige Unebenheiten wahrnimmt. Nur hin und wieder zeigt sich am Fuße der Berge ein schmales niedriges Vorhügelland. Die Fläche des Sinus erscheint grau, an seinem Ostrand ragen Berge von 11000 bis 14000 Fuß auf. Unter den Ringgebirgen der Umgebung des Sinus zeichnen sich aus Sharp, Mairan, Condamine und Bouger, und Mädler meint, daß die Berge vielleicht an keinem anderen Orte der Mondoberfläche eine so schöne und mannichfaltige Gruppirung bilden wie hier. Um den Anblick in seiner ganzen Fülle zu genießen, wähle man bei nördlicher Mondbreite einen Abend 5 Tage vor Vollmond. Alsdann zieht der ganze mächtige Gebirgsbogen von Laplace bis Heraklides durch die Nacht hin, während man von dem Vorlande noch nichts, und von dem tiefgrauen Sinus nur einen kleinen Theil erleuchtet sieht. Am folgenden Abend hat sich sodann das Gebirgsland im Rücken jenes Landes entwickelt, und man erblickt hier wie auf einer Musterkarte alle Mondformen vereinigt: ein alpenhohes Hauptgebirge, ein zahlreiches System starker Bergketten, Tausende von einzelnen Bergen und Hügeln; zarte parallel nebeneinander ziehende niedrige Rücken (besonders bei Condamine, Harpalus und Louville), mehrere Rillen und ähnlich geformte Thäler, zerstreute Krater von allen Formen und Größen und im südöstlichsten Theile, von Mairan bis gegen den 35° nördl. Br. hin, eine von Kratern gleichsam wimmelnde Landschaft, deren immer mehrere aufblitzen, je länger man mit einem guten Fernrohr diese Gegend betrachtet. Der Oceanus Procellarum ist das größte Mare der uns sichtbaren Mondseite. Zusammen mit seinen Nebentheilen nimmt es 90,000 Quadratmeilen ein, also etwa ein Viertheil derselben, erscheint jedoch wegen der Rundung nicht so groß. Dazu kommt noch, daß das Mare Imbrium wie das Mare Nubium kaum scharf davon zu sondern sind. Die ausgezeichnetsten Bildungen in dieser weiten mattgrauen Fläche sind die großen Ringgebirge Kepler und Aristarch, von denen fast nach allen Seiten

breite helle Streifen ausstrahlen. Das Kesselthal des ersteren senkt sich 9400 Fuß unter seinen höchsten östlichen Ringgipfel ein, das des letzteren nur 7000 Fuß. Jener liegt außerordentlich frei auf einer hellen Fläche; dieser, schon im Erdlicht erkennbar, bildet den glänzendsten Punkt der Mondoberfläche; das fällt um so mehr auf im Vergleich mit dem benachbarten Herodot, dessen Bodenfläche sehr dunkel ist. Außerdem sind in diesem Mondtheil besonders noch die Ringgebirge Encke, Reiner, Marius und Bessarion zu unterscheiden, welche inselartig vertheilt liegen. In den Herodot einmündend, findet sich auch die am meisten einem Flußthal ähnliche schlangenartig gewundene Bildung der Mondoberfläche, welche bei hoher Beleuchtung stark glänzt.

Ich übergebe die weniger deutlich erkennbaren randlichen Gebirgsbildungen dieses Quadranten und führe Sie nun in die Südhälfte des Mondes ein.

Wenn wir die Nord- und Südhälfte der uns sichtbaren Mondoberfläche ganz im Allgemeinen mit einander vergleichen, so findet sich die letztere noch weit unebener, weit gebirgiger, als die erstere. Ringgebirge drängt sich hier an Ringgebirge, und dazwischen sind unzählige Krater von allen Größen in die Ebene oder in Bergkuppen eingesenkt. Im Norden dagegen herrschen große, freilich auch meist der Kreisform genäherte Flächen, vor, die man wegen der gewöhnlich etwas dunkleren Färbung ihres verhältnißmäßig ebenen Bodens, Ocean, Mare oder Sinus genannt hat. Solche größere Flächen ragen in die südliche Mondhälfte eigentlich nur noch aus der nördlichen, etwas über den Aequator herein; der südlichste Theil ist durchaus gebirgig.

In den südöstlichen Quadranten ragt der Oceanus Procellarum noch ziemlich weit vom Norden herein; daran schließt sich dann unmittelbar das Mare Nubium an. In seiner Fläche treten inselartig viele Berge von mittlerer Höhe hervor, sieben größere Ringgebirge und 250 Krater. Auch ziehen sich durch dasselbe eine Anzahl helle Streifen, welche vom Tycho auszugehen scheinen, und mehrere schnurgerade Rillen sind an den Rändern dieses Mare erkennbar.

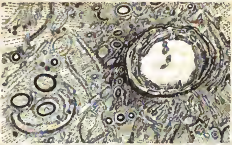
Das Mare Humorum, eines der kleineren auf dem

Monde, erscheint nur wegen seiner schon etwas randlichen Lage nicht so kreisrund, als es beinahe ist. Der größere Theil seiner inneren Fläche ist schön grün gefärbt wie das Mare Serenitatis. Zwei runde Busen schließen sich an dasselbe an, von denen Hippalus der schönste; man zählt an ihm 63 Krater, und am Rande 6 deutliche Rillen, von denen 4 in der südwestlichen Ecke einander parallel streichen, wie das so häufig bei den Gangspalten der Erde der Fall ist.

Nördlich grenzt an dieses Mare unter anderen das schöne Ringgebirge Gassendi, welches sich namentlich durch die Verschiedenheiten seines Ansehens auszeichnet, die es bei ungleicher Beleuchtung darbietet. — Mädler sagt darüber: „im Vollmonde sieht man zwei Reihen von Lichtflecken, die in der Mitte Gassendi's etwa einen rechten Winkel bilden. Der helle Punkt am Winkel ist der augenfälligste und muß für den Centralberg genommen werden. Sobald Schatten sich zu bilden anfangen, verschwinden die Lichtpunkte, und nur einige von ihnen bleiben als Berge sichtbar, deren höchster und augenfälligster aber südlich von jenem Lichtflecke, etwa in 1 Meile Entfernung, gelegen ist. Werden endlich in ganz schräger Beleuchtung die Schatten länger, so erscheinen immer mehr Berge, und mehrere darunter entsprechen jenen Lichtflecken dem Orte, aber keineswegs der Gestalt nach. Der centrale Lichtpunkt stellt sich nun auch als Berg heraus, aber so niedrig und unscheinbar, daß er gegen die andern, namentlich seinen nächsten Nachbar, gleichsam verschwindet. Zuletzt ist die ganze 100 Quadratmeilen große Fläche mit zahllosen Hügeln gleichsam übersäet. Aus diesem etwas ausführlicher gegebenen Beispiele mag man abnehmen, was dazu gehöre, wenn man von Veränderungen auf der Mondfläche, die mehr als bloße Variationen des Lichtreflexes sein sollen, sprechen will." Man sieht daraus auch deutlich, daß die Helle oft sehr unabhängig ist von der Form der Oberfläche.

Es kann nicht meine Absicht sein, Sie durch das ganze große Gewirre von Ringgebirgen, Kratern und Bergketten dieses südöstlichen Theiles der Mondoberfläche zu führen, nur einige der interessantesten Punkte will ich noch hervorheben.

Das merkwürdigste Ringgebirge der ganzen Mondoberfläche ist der gewaltige Tycho.



Mädler sagt darüber: „Während fast alle anderen Objecte im Vollmonde theils schlechter als in den Phasen, theils gar nicht gesehen werden, ist Tycho, als Centralpunkt seines Strahlensystems, im Vollmonde sogar den bloßen Augen sichtbar, während er z. B. im letzten Viertel nur bei genauer Ortskenntniß aus einer großen Menge ihm ähnlicher herausgefunden werden kann. Er hat 11¾ Meilen Durchmesser und ein steiler, hellglänzender Wall umgiebt ihn wie eine weiße Mauer. Der Westrand dieses Walles liegt 16,060, der Ostrand 15,054 Fuß über dem Inneren, der Centralberg 4750 Fuß, und ebenso viel die höchsten der übereinander gereihten Terrassen, die den inneren Fuß des Walles umlagern. Diese Terrassen sind dunkler, als die Tiefe, wiewohl auch diese sehr gegen den Wall zurücksteht.

Ein dunkler Nimbus umgiebt den äußeren Fuß des Walles auf 3 bis 4 Meilen Entfernung, dann entwickeln sich die wunderbaren Strahlen, die nach allen Seiten ziehen und im Vollmonde reichlich den vierten Theil der ganzen Mondfläche überdecken. Südlich ziehen sie bis zum Mondrande, östlich bis Hainzel und Capeanus, nordöstlich über Bullialb hinaus bis ins Mare Nubium, bis Thebit und Alphons; am weitesten aber streichen sie gegen W. und NW. Hier füllen sie fast den ganzen südwestlichen Quadranten an. Vom längsten kann man die Spuren bis Menelaus, dann das Mare Serenitatis hindurch und sogar bis zum Thales verfolgen, eine Strecke von mehr als 400 Meilen Länge. Diese Streifen sind von ansehnlicher Breite (einige 3—4 Meilen) und an vielen Stellen so dicht gedrängt, daß sie einander fast berühren. Viele von ihnen unterscheiden sich nur

wenig vom Grunde, andere (z. B. der sehr große nach Bullialb ziehende) glänzen fast so hell als Tycho selbst, und man sieht in der Nachtseite des Mondes noch Spuren von ihm. Auch specifisch sind sie sich an Farbe nicht ganz gleich: die meisten sind gelblich, einige aber mehr milchweiß und die letzteren sind meistens die schwächeren. Will man das Strahlensystem in möglichst vollständiger Entwickelung sehen, so wähle man einen Vollmond, bei welchem die Breite des Mondes nördlich, also sein Südpol uns zugewendet ist, und beobachte mit einer mäßigen Vergrößerung von 40 bis 60 mal, da man sonst das Ganze nicht gleichzeitig übersieht, und überdies fürchten muß, in Deutlichkeit der Farben zu verlieren, worauf es doch hier vorzüglich ankommt. Denn groß genug sind die Streifen, auch schon in weit geringeren Vergrößerungen.

Zwischen diesen Streifen sieht man zwar eine große Menge heller Punkte und unbestimmt verwaschener Lichtflecke, aber weit und breit nichts, was einem Ringgebirge ähnlich wäre, und ebenso wenig eine Bergkette oder einen Bergkranz, die doch in anderen Gegenden des Mondes auch im vollen Lichte zum Theil sichtbar sind.

Dies ist Tycho im Vollmonde. Denn der Tycho in den Phasen, z. B. bald nach dem ersten oder um die Zeit des letzten Viertels, hat, so wie er uns erscheint, nicht das Geringste mit dem vorhin beschriebenen gemein. Die Streifen, die Lichtflecke und glänzenden Punkte sucht man vergebens, an ihre Stelle tritt ein dichtes Gewimmel von großen und kleinen Ringgebirgen und Kratern, die man wie die Sterne der Milchstraße als unzählbar aufgeben muß, und welches von diesen Gebirgen der Tycho sei, lehrt erst eine genaue Vergleichung, und man wird die Hülfe der Mondkarte nicht entbehren können. Hat man ihn gefunden, so sucht man vergebens nach irgend einem wesentlichen Merkmal, was ihn von den benachbarten, im Vollmonde unsichtbaren, unterschiede. Er ist weder der größte, noch der tiefste dieser Gegend: die Form seines Walles ist die gewöhnliche, seine Schatten sind mit denen der übrigen von gleicher Schärfe und Schwärze, kurz es bleibt unerklärlich, wie allein durch den veränderten Erleuchtungswinkel eine so totale Verwandlung vor sich gehen könne. — Und dennoch kann es

nur dieser sein, denn jenes System von Streifen bildet sich in allen Vollmonden, und ihr Verschwinden, sowie das gleichzeitige Hervortreten der Ringgebirge, findet in allen Perioden der Ab- und Zunahme statt. Es scheint also in der That nichts übrig zu bleiben, als die Erklärung, wonach die Streifen außer allem Verhältniß zu den Höhen und Tiefen stehen, und auf einen ganz anderen Gegensatz, den der eigenthümlichen Bodenformation, zu beziehen sind. —

Die nächste Umgebung des Tycho insbesondere ist vielleicht die wildeste und zerrissenste der ganzen Mondfläche. So große Mühe auch ihre Darstellung in der Mappa Selenographica (S. 369. copirt) gekostet hat: sie ist dennoch nur ein Versuch. Auch würde, selbst wenn die Beobachtung überall durchzudringen vermöchte, doch nicht die Kartographie, sondern wohl nur die Plastik im Stande sein, ein treues Naturbild dieser Gegend zu geben. Am meisten gilt dies von der nach Süden zu gelegenen Gegend, nach Street und Longomontan zu."

Unter den vielen Ringgebirgen dieses Mondtheiles will ich nur noch den Newton ganz in der Nähe des Südpoles erwähnen, weil er unter allen bis jetzt die größten, wirklich gemessenen Höhenunterschiede gezeigt hat; einer seiner Wallgipfel erhebt sich nämlich nach Mädler und Beer 22,363 Fuß über den Boden des großen Kesselthales, also etwas höher wie die höchsten südamerikanischen Berggipfel über den Spiegel des viel weiter von ihnen entfernten Oceans.

Der südwestliche Quadrant unserer Karte stellt den allergebirgigsten Theil der Mondoberfläche dar. Nur vom Aequator aus ragen das Mare Foecunditatis und das Mare Tranquillitatis in ihn hinein, während das Mare Nectaris gleichsam einen abgesonderten Busen des letzteren bildet. Das erstere ist reich an Bergadern und hellen Streifen, enthält auch einige Ringgebirge, unter denen Messier, von nur 2 Meilen Durchmesser, das sonderbarste ist. Dicht daneben steht nämlich ein zweites von ganz gleicher Form, Größe und Höhe, und von dem östlichen dieser beiden Ringwälle (oder Krater) ziehen zwei vollkommen gleiche, schnurgerade, scharf abgegrenzte Lichtstreifen gegen West, sich in dieser Richtung allmälig verlaufend, dazwischen eine schmale dunkle Zone. Der ganze Mond hat nichts

aufzuweisen, was so symmetrisch gebildet wäre. Das Phänomen sieht einem Schweifkometen täuschend ähnlich.

Zwischen dem Mare Foecunditatis und dem Nectaris erhebt sich das Pyrenäengebirge, mit mehreren großen Ringwällen; im höchsten Gipfel etwa 11,000 Fuß aufsteigend. Südlich von diesem breitet sich das Berggebiet mehr aus und diese Gegend ist eine der reichsten und merkwürdigsten Kraterlandschaften des Mondes. Hier zeigen sich eine große Menge doppelter, dreifacher, überhaupt mehrfacher Krater in den verschiedenartigsten Combinationen (am häufigsten kleinere mit einem größeren zusammenhängend). Es werden offenbar ältere Krater von jüngeren durchsetzt und theilweise zerstört; es zeigt sich deutlich, daß die größeren in der Regel die älteren sind, nach denselben Principien, wie man auf der Erde dergleichen geologische Altersbestimmungen vorzunehmen vermag. Auch mehrere Rillen streichen hier wieder wie Gangzüge in paralleler Richtung, und zwar in derselben Richtung, welche auch in dem Mare Vaporum und Tranquillitatis für sie die vorherrschende ist. Ihre Breite scheint 3 bis 4000 Fuß zu betragen. Das Mare Nectaris bietet nichts besonders Bemerkenswerthes dar, und der ganze weiter südliche, fast durchaus gebirgige Theil des südwestlichen Quadranten ist so schwierig einer genaueren Beobachtung zu unterwerfen, daß ich nur noch ein Paar der hervorragendsten Erscheinungen erwähnen werde.

Sehr merkwürdig ist z. B. die große Rille, welche von dem Rande des Abulfeda nach dem des Almanon verläuft. Sie besteht eigentlich aus einer Reihe aneinander geschlossener kleiner Krater (10 hat man gezählt). Der größte liegt am Ende der Rille bei Almanon, der vierte, von da abgezählt, hat das hellste Licht im Vollmonde. Diese Krater gleichen offenbar wieder den auf einer Spalte liegenden Reihenvulcanen der Erde.

Das Altai-Gebirge ist eine von den Gegenden der Mondoberfläche, welche etwas mehr als gewöhnliche Aehnlichkeit mit den Gebirgsformen unserer Erdoberfläche zeigen, und zugleich das einzige bedeutende Kettengebirge in diesem Quadranten. Wie die Ringgebirge ist es im Vollmonde unsichtbar; am besten erkennt man es bei abnehmendem Monde, etwa 4 Tage nach dem Vollmond. Sein höchster domförmiger Gipfel erhebt sich

zu 12,456 Fuß. Sechs breite Lichtstreifen, vom Tycho ausstrahlend, durchziehen es beinahe rechtwinkelig auf seine Längeerstreckung.

Theophilus an der Grenze des Mare Nectaris ist, wenn man die schwer meßbaren Ringgebirge der Südpolgegend ausnimmt, das tiefste der Mondoberfläche; sein Ostrand erhebt sich 1490 Fuß, der Westrand 17,112 Fuß über das Innere; kein Punkt des Walles scheint niedriger als 13,000 Fuß zu sein. Der Durchmesser ist 13⁵/₆ Meilen, und im Inneren ziehen eine große Menge breiter Terrassen; da auch das Centralgebirge eine starke Masse bildet, so bleibt sehr wenig ebene Fläche übrig. Im nördlichen Theile der Tiefe befinden sich Gegenden, deren Tag nur 90 Stunden, und deren Nacht 264 Stunden dauert.

Die Umgegend des Theophilus ist höchst malerisch. Südwärts zieht ein breiter und starker Rücken zum Beaumont und an diesem vorüber zum Fracastor; er scheidet den dunkleren Theil des Mare Nectaris vom helleren, allmälig in die Farbe des Berglandes übergehenden. Nach O. zu zeigen sich Bergkränze, mehr oder minder vollkommen; eins der hier herumliegenden Gebilde hat fast das Ansehen einer gespreizten Hand. Weiter nördlich zersplittert sich Alles in immer kleinere Hügel, die auch im Vollmonde etwas heller bleiben, als die Umgegend; westlicher hingegen zeigen sich zusammenhängende, höchst flache Bergadern, die zum Theil mit denen bei Toricelli zusammenhängen. Dies endet bei einem kleineren, im W. des Theophilus liegenden Ringgebirge, das sehr tief abstürzt und gleichfalls im Vollmonde sichtbar bleibt.

Petavius, südwestlich neben dem Mare Foecunditatis, zeigt einen sehr deutlichen Doppelwall, ringsherum durch ein schmales, aber deutliches Thal von einander getrennt, sein Inneres ist beulenförmig erhoben und trägt eine centrale Berggruppe. In der Fläche selbst liegt eine Rille. Die schöne Symmetrie dieses großen Ringgebirges findet wenig Aehnliches auf dem Monde, aber durch seine randliche Lage unter dem 60ten Grad westlicher Länge erscheint es schon sehr in die Länge gezogen. Auffallend ist dasselbe besonders aber auch durch seine Lage in einer dem Meridian parallelen Reihe, die aus einer großen Zahl von Ringgebirgen und Wallebenen 150 Meilen lang zusammengesetzt ist. Solche Reihen wiederholen sich mehr-

fach auf der Mondoberfläche, und namentlich erkennt man eine zweite der eben erwähnten parallel, noch näher am Südwestrand des Mondes. Die höchsten, aber noch nicht genauer gemessenen Bergspitzen des Mondes scheinen endlich im Gebirge Dörfel aufzuragen, welches sich ganz am äußersten Südrand der sichtbaren Mondscheibe hinzieht; Mädler schätzt seine Höhen-Differenzen auf eine deutsche Meile, dies ist aber eine Schätzung nach der unsichersten Methode der Höhenbestimmungen auf dem Monde, da man nie wissen kann, ob die Hervorragungen über die Kreislinie wirklich genau am Rande liegen; ihre Höhe müßte natürlich noch größer sein, wenn sie etwas dahinter oder davor liegen sollten.

Gestatten Sie mir nun also nach dieser Schilderung von Oberflächenformen noch einige Bemerkungen über ihre mögliche geologische oder vielmehr selenologische Bedeutung.

Die Berge und Gebirge der Erde sind entstanden durch Erhebung, d. h. durch vulcanische Thätigkeit, nachher aber äußerlich vielfach umgestaltet durch die zersetzenden und mechanisch zerstörenden Einwirkungen der Atmosphäre und des Wassers. Unter ihnen herrschen die lang gestreckten Gebirgsketten vor, die Form der Ringgebirge ist eine untergeordnete, welche nur an den neueren Vulcanen und Erhebungskratern, und auch da nur in einem viel kleineren Maßstabe auftritt, als auf der Mondoberfläche. Auch haben wir bereits gesehen, daß die Form unserer Vulcane nicht genau übereinstimmt mit der der sogenannten Krater auf dem Monde, obwohl eine große Verwandtschaft zwischen beiden unverkennbar ist. Den vulcanähnlichen Mondbergen scheinen die hohen Aschen- und Schlackenkegel, sowie die Lavaströme unserer Erdvulcane gänzlich zu fehlen, ihre großen kesselförmigen Krater sind meist tiefer eingesenkt, als der äußere Fuß des Ringwalles liegt, zuweilen fehlt sogar ein Ringwall oder Kraterkegel ganz, ähnlich wie bei den sogenannten Maaren der Eifel, die man für Producte von Gasexplosionen hält. Mehrere Krater sitzen oft in einander. Die größten sind ungleich viel größer als die größten der Erde. Wodurch sind nun diese Unterschiede möglicher Weise bedingt? — Nehmen wir an, daß auch der Mondkörper, wie es bei der Erde höchst wahrscheinlich ist, einst heißflüssig war und erst durch Abkühlung fest wurde, so ist zu erwarten, daß auch bei ihm die äußere Oberfläche zuerst er-

starrte und eine solide Kruste um den noch flüssigen Kern bildete. In diesem Zustande werden auch auf dem Monde Reactionen des flüssigen Inneren gegen die feste Kruste und Oberfläche eingetreten sein, welche unserer vulcanischen Thätigkeit ungefähr entsprachen. Diesen Reactionen können wir ganz im Allgemeinen die Bildung der Unebenheiten auf der Mondoberfläche zuschreiben. Von diesen sind, wie wir gesehen haben, verhältnißmäßig nur wenige unseren Gebirgsketten entsprechend, die meisten vielmehr ringförmig, und von den letzteren sagt Bessel: „sie sind immer sehr regelmäßig rund, von einem an seiner Außenfläche steil aufsteigenden Walle umgeben, im Inneren aber kugelförmig vertieft; sie sind den Spuren vergleichbar, welche Luftblasen hinterlassen, die in einer durch Wärme flüssig gemachten zähen Substanz z. B. Pech, vor dem Erkalten aufsteigen, bei ihrem Zerplatzen aber, wegen unzureichender Flüssigkeit der Substanz, die Erhöhungen ihres Randes und die Vertiefungen ihres Inneren übrig lassen." Daraus scheint hervorzugehen, daß die Substanz der Mondoberfläche bei Entstehung dieser Formen nicht völlig starr, sondern in gewissem Grade zähflüssig gewesen, zugleich aber, daß diese Substanz damals von Gasarten durchbrochen worden ist, während doch gegenwärtig keine Spur von einer Gasumhüllung am Monde bemerkbar wird. Dürften wir beide Vermuthungen als richtig voraussetzen, so würde sich dadurch das Vorherrschen und die besondere Form dieser Ringgebirge und Krater allerdings erklären, es würde dann aber zugleich daraus folgen, daß die an der Mondoberfläche vorherrschende Substanz ihrer Natur nach ziemlich abweichend sein müsse von den Mineralaggregaten, welche die Felsgesteine der Erde bilden. Sehr gut stimmt es mit einer solchen Deutung überein, daß die größeren Ringgebirge und Mare sich stets älter zeigen, als die kleineren Krater, denn eine noch dünnere und weichere Kruste erlaubte größeren Gasmassen gleichzeitig den Durchbruch, als die schon etwas dickere und mehr erstarrte.

Bessel sagt hierüber: „die, der oben schon gemachten Bemerkung zufolge, früher entstandenen Ringgebirge, erscheinen wie Ueberreste gigantischer Blasen, deren Ränder, bei noch vorhandener größerer Flüssigkeit der Masse, zum Theil wieder verflossen und dadurch die unregelmäßige Form zusammengesetzter

Gebirge annahmen; die späteren kleineren Krater erscheinen wie das Product kleinerer Blasen, welche eine schon festere Masse durchdrangen und durch Zusammenfließen wenig oder gar nicht geändert wurden." Es ist begreiflich, daß unter diesen Umständen nur selten Gebirgsketten auf langen Spalten erhoben wurden.

Was aber ist aus den Gasarten geworden, welche die Durchbrüche veranlaßten, da sie jetzt wenigstens keine Atmosphäre bilden? Wir können nur annehmen, daß sie bei der gänzlichen Abkühlung dieses verhältnißmäßig kleinen Himmelskörpers ebenfalls fest geworden sind und sich in diesem Zustande auf der Oberfläche niedergeschlagen haben. Das ist wenigstens möglich, und um so mehr möglich, da die Bildung neuer Krater auf dem Monde längst ganz aufgehört zu haben scheint; wenigstens ist niemals, seit man den Mond genau beobachtet, eine bemerkbare Veränderung seiner Oberfläche sicher nachgewiesen worden. Noch weniger hat man jemals auf seiner Nachtseite Lichteffecte wahrgenommen, welche etwa von vulcanischen Ausbrüchen herrühren könnten. Wenn aber dennoch die Formen dieser früheren und also zum Theil wohl sehr alten Gasdurchbrüche meist so außerordentlich gut und scharf erhalten sind, so ist das offenbar dem, wenn auch vielleicht nicht ursprünglich, doch jedenfalls schon seit langer Zeit stattfindenden gänzlichen Mangel an Luft und Wasser zuzuschreiben, welche beide auf der Erdoberfläche alle Außenformen stets annagen und wesentlich verändern. Alle diese Umstände treffen, wie Sie sehen, recht gut zusammen mit der versuchten Erklärung, die Sie jedoch in keinem Falle für mehr als eine erlaubte Hypothese halten dürfen.

Wir können hiernach den Mond für einen durch vollständige Erkaltung, was seine inneren, vulcanischen Reactionen betrifft, unthätig gewordenen, und zugleich jeder flüssigen Hülle durch Erstarrung beraubten Weltkörper halten. Die Veränderungsprocesse seiner Oberfläche scheinen seit lange auf ein Minimum reducirt zu sein (Schwere und Licht wirken in jedem Falle noch darauf); es gleicht, wenn es sich so verhalten sollte, der ganze Mondball einem durch vollständige Erkaltung beinahe abgestorbenen Himmelskörper.

Was aber bedeuten jene hellen Streifen, welche von vielen der größeren Ringgebirge ausstrahlen, so vom Tycho, Copernicus, Aristarch, Kepler, Mayer, Timocharis u. s. w., welche

als helle Bänder alle anderen Oberflächenformen durchsetzen und folglich von einer besonderen, das Licht stark reflectirenden Bodenbeschaffenheit herrühren müssen? Ist es erlaubt, bei ihrer Beurtheilung auch entfernten Analogien des Erdbaues zu folgen, so können wir sie den Ausgehenden von mächtigen und weitfortsetzenden Gangspalten vergleichen, die mit einem besonders hellen Gestein erfüllt sind, aber freilich über die Oberfläche gar nicht hervorragen. Ein Quarzgang, welchen man den Pfahl nennt, durchsetzt den bairisch-böhmischen Wald auf 20 Meilen Länge und ragt in beträchtlicher Mächtigkeit über Berg und Thal hinweg, gewöhnlich als eine weiße Felsmauer hervor. Solche Phänomene der Erdoberfläche könnten durch gute Fernröhre vom Monde aus allenfalls gesehen werden, weit häufiger und deutlicher aber, wenn sie nicht meist auf der Erde von Verwitterungsproducten neuerer Ablagerungen oder von Vegetation überdeckt wären. Das Alles haben wir auf der Mondoberfläche wenigstens nicht in der Art, wie auf der Erde, vorauszusetzen. Die Studien des inneren Felsbaues dürften für Mondbewohner sehr erleichtert sein, und ihr allgemeiner Ueberblick, doch nicht ihre Deutung, ist, wenn sie so großartig auftreten, beinahe noch leichter von der Erde aus.

Sehr gut verträgt sich das radiale Umstrahlen der Ringgebirge, oder auch ihre Durchsetzung mit einer solchen Hypothese. Die Wirkungsstellen der Reaction des flüssigen Inneren auf die feste Kruste mögen wie bei der Erde oft durch sehr große Zeiträume dieselben geblieben sein, weil in ihnen einmal eine Art Ausweg gebahnt war. Lange nach der Bildung eines Ringgebirges mögen innere Kräfte auf seinen Boden gewirkt, und wenn er bereits fest war, seine Umgebungen zerspalten haben, die Spalten mit emporbringenden Massen erfüllend, die nicht wieder von durch Wasser abgelagerten Gesteinsschichten bedeckt wurden, wie das auf der Erde so häufig geschehen ist. Wir dürfen bei Vergleichung der Mond- und Erdoberfläche nie diesen wichtigen Unterschied vergessen. Der innere und äußere Bau der Erdoberfläche würde offenbar und in vieler Beziehung dem der Mondoberfläche weit ähnlicher sein, als er es ist, wenn keine Ablagerungen sedimentärer Schichten durch Wasser stattgefunden hätten. Die Kraterformen würden dann weit häufiger sein. Granit- und Porphyrgänge würden, wenn auch

nicht ganz auf dieselbe Weise vertheilt und nicht so ausgedehnt auf der Erde sichtbar sein, wie die hellen Streifen auf dem Monde. Aber wenn auch mancher Umstand zu Gunsten einer solchen Hypothese spricht, so darf ich doch nicht unerwähnt lassen, daß die geringe oder vielmehr gar nicht bemerkbare Einwirkung der hellen Streifen auf die Form der Oberfläche hiermit nicht übereinstimmt. Da auf der Mondoberfläche wegen Wasser- und Luftmangel keine tiefgehenden Zerstörungen, von Außen nach Innen wirkend, vorausgesetzt werden können, so müßten die gegenwärtigen Oberflächen, „Ausgehenden", dieser Gänge, wenn sie wirklich dergleichen wären, auch so ziemlich die ursprünglichen sein; es ist aber durchaus unnatürlich, daß lavaartig durch eine Spalte emporgepreßte Gesteinsmasse nicht vielfach übergeflossen sein, oder mächtige Hügelreihen über der Spalte gebildet haben sollte.

Aehnliches wie von den Streifen gilt von den sogenannten Rillen; am einfachsten lassen sie sich mit nicht völlig ausgefüllten Spalten vergleichen. Sie sind ihrer ganzen Natur nach die neuesten Bildungen der Mondoberfläche, und gerade dieser Umstand kann es erklären, daß die emporbrängende Innenmasse nicht mehr flüssig genug war, um die aufgerissenen Spalten bis zur Oberfläche zu erfüllen. Auffallend ist es freilich, daß sie zwar Krater, aber keine Bergkegel durchsetzen; möglich indessen, daß an steilen Bergen solche Spalten am leichtesten mechanisch von oben wieder zurollten, denn die nivellirende Wirkung der Schwere fehlt auch dem Monde nicht.

So betrachtet wird die Mondoberfläche belehrend für den Geologen; er vermag aus jenen, wie es scheint, längst erloschenen, aber rein vulcanischen Bildungen, auf die mächtigste unter den Bildungs- und Umgestaltungsursachen der Erde zurückzuschließen. Er kann die formalen Folgen dieser Ursache, — wenn sie für sich allein wirkt, — dort besser studiren als auf der Erde.

Eine allgemeine Eigenschaft theilt übrigens die feste Oberfläche des Mondes durchaus mit der Erde. Die besonderen Formen, welche Folgen innerer Reactionen zu sein scheinen, die Gebirge, Kesselthäler (Ringwälle und Krater) die Rillen und die hellen Streifen, sind durchaus nicht nach bestimmt erkennbaren Gesetzen, etwa nach Zonen, oder der Lage der Pole entsprechend, vertheilt, vielmehr erblickt man alle diese Formen

überall, ohne daß sich ein bestimmter Zusammenhang derselben mit der Lage der Rotationsaxe oder mit den Wirkungen der Sonne oder der Erde erkennen ließe. Bestände ein bestimmtes davon abhängiges Gesetz der Vertheilung und Richtung der Gebirgsketten, so würde es sich sehr wahrscheinlich weit deutlicher auf der Oberfläche des Mondes erkennen lassen als auf der Erde.

Siebenundsechszigster Brief.

Mars.

(Hierzu Fig. 1 auf Taf. V.)

„Wenn das Studium der Mondoberfläche an viele geognostische Verhältnisse der Oberfläche unseres Planeten erinnert, so sind dagegen die Analogien, welche Mars mit der Erde darbietet, ganz meteorologischer Art. Außer den dunklen Flecken, von denen einige schwärzlich, andere, aber in sehr geringer Zahl, gelbroth, und von der grünlichen Contrastfarbe sogenannter Seen umgeben sind, erscheinen auf der Marsscheibe noch, sei es an den Polen, welche die Rotations-Axe bestimmt, sei es nahe dabei an den Kälte-Polen, abwechselnd zwei weiße, schneeglänzende Flecken. Es sind dieselben schon 1716 von Philipp Maraldi wahrgenommen; doch ihr Zusammenhang mit klimatischen Veränderungen auf dem Planeten ist erst von Herschel dem Vater in dem 74. Bande der Philosophical Transactions, für 1784, beschrieben worden. Die weißen Flecken werden wechselsweise größer oder kleiner, je nachdem ein Pol sich seinem Winter oder seinem Sommer nähert."

Kosmos S. 513.

Der Mars nähert sich unserer Erde (in seiner Opposition) zuweilen bis auf 7 Millionen Meilen und ist dann die ganze Nacht hindurch voll beleuchtet sichtbar. Es ist darum kein Wunder, wenn seine Oberfläche unter der aller Hauptplaneten vorzugsweise genau hat beobachtet werden können. Zwischen jener so besonders günstigen Stellung verfließen freilich allemal etwas über zwei Jahre, wodurch die Beobachtungsgelegenheit doch wieder wesentlich beschränkt wird, und unter jener vorzugsweise genauen Kenntniß der Natur dieses Planeten dürfen Sie überhaupt nicht gerade sehr viel Positives verstehen. Von großem Interesse sind indessen die mancherlei Analogien mit den Zuständen der Erde, die sich auf der Marsoberfläche deutlich herausstellen. Da ist zunächst der Wechsel der Jahreszeiten, der sich, wie es scheint, auf dem Mars ganz ähnlich wie auf der Erde durch Schnee- und Eisanhäufung bald mehr an dem einen, bald mehr an

dem anderen Pol zu erkennen giebt. Wir können zwar keineswegs mit Bestimmtheit behaupten, daß es wirklich gefrorenes Wasser sei, welches durch seine größere Anhäufung bald am Süd- bald am Nordpol des Mars jenen hellen weißen Glanz erzeugt; da aber die Erscheinung genau zusammentrifft mit dem Sommer und Winter der Marshemisphären, wie sie sich aus der Stellung seiner Drehungsare und Bahnbewegung berechnen lassen, so liegt mindestens die Vermuthung nahe, daß wirklich in dieser Beziehung sehr analoge Zustände auf dem Mars bestehen, wie auf unserer Erde. Jedenfalls läßt sich behaupten, daß die Erde, vom Mars aus gesehen, eine ganz ähnliche Erscheinung wegen des Wechsels der Jahreszeiten auf ihr zeigen müßte, wenn nicht die Stellung beider Himmelskörper für die gegenseitige Beobachtung von dort aus weit ungünstiger wäre, als von der Erde aus.

Diese Analogie zwischen den zwei benachbarten Planeten Mars und Erde, während man auf der sonnennäheren und deshalb wärmeren Venus nichts dem Aehnliches wahrgenommen hat, erscheint mir von so besonderem Interesse, daß ich nicht unterlassen kann, noch etwas näher darauf einzugehen.

Zwischen den beiden Hemisphären des Mars findet, von der Erde aus gesehen, ein bedeutender Unterschied rücksichtlich ihrer Deutlichkeit statt. Aus den von Herschel ermittelten Stellungen und Bewegungen des Mars ergiebt sich nämlich, daß der höchste Sommer der Südhalbkugel mit der Sonnennähe des Planeten ziemlich nahe zusammenfällt. Gegenwärtig liegen jener Sommerpunkt der Südhälfte und das Perihelium nur 15 Grad von einander entfernt. Da die Neigung der Marsare gegen seine Bahnare (d. i. die Schiefe seiner Ekliptik) sehr beträchtlich ist (30° 18′), so ist der Südpol während des Periheliums, in dem er seinen Sommer hat, der Sonne, und mithin auch uns, um eben soviel mehr zugekehrt, als der Nordpol von uns abgewendet; zu derselben Zeit kommt gegenwärtig gerade die Erde dem Mars am nächsten, und wir sehen also dann nicht nur ein beträchtlich größeres Stück von der Südhälfte, sondern sehen dasselbe auch aus verhältnißmäßig großer Nähe, unter einem viel günstigeren Winkel und, wegen der größeren Sonnennähe, zugleich in hellerer Beleuchtung, während uns die Nord-Halbkugel

zu dieser der Beobachtung günstigen Zeit unter einer starken Verkürzung erscheint. Die südliche Halbkugel dieses Planeten ist darum weit besser bekannt, als die nördliche.

Eben diese starke Neigung der Marsaxe bewirkt aber zugleich, daß die Punkte und Flecken, welche sich auf der Oberfläche des Planeten zeigen, in den einzelnen Beobachtungszeiträumen der größten Nähe (Opposition) unter sehr verschiedenen Winkeln und sich stets ändernden Verkürzungen erscheinen. Dadurch wird die Vergleichung in den einzelnen Beobachtungszeiträumen wieder sehr erschwert. Berücksichtigen Sie dazu, wie klein der Durchmesser, die sichtbare Scheibe des Mars ist, so begreifen Sie wohl, daß von einer großen Genauigkeit der Beobachtungen nicht die Rede sein kann.

Die verschiedene Gestalt, in der uns die Flecken des Mars aus den angegebenen Gründen erscheinen, hat manche Beobachter bewogen, ihnen eine eigene Veränderlichkeit und eigene Bewegung zuzuschreiben, und dieselben nicht für beständige Theile der Oberfläche, sondern alle für wolkenartige Verdichtungen und Trübungen seiner Atmosphäre zu halten. Eine solche Veränderlichkeit der Größe und Form findet auch bei manchen derselben sicher in Wirklichkeit statt, während sie bei einigen wohl nur eine scheinbare ist.

Schon Maraldi in Paris hatte im Jahre 1716 einen weißen Fleck am nördlichen Rande des Mars wahrgenommen, den fast alle späteren Beobachter ebenfalls bemerkten. Ein gleicher Fleck zeigte sich auch am Südrande des Planeten und einige Male waren sogar beide gleichzeitig sichtbar. Noch bevor es durch die Untersuchungen Herschels ermittelt war, daß im Mittelpunkt dieser kreisförmigen, uns aber als Ellipse erscheinenden Flecke, die Pole des Mars liegen, war man bereits auf den Gedanken gekommen, daß hier eine Schneebedeckung wie bei den Erdpolen stattfinden möge. Einige Beobachter glaubten zu bemerken, daß diese Polarflecken gleichsam wie kleine Knöpfe über den mittleren Rand des Planeten heraustraten, was Andere aber mit großer Wahrscheinlichkeit ihrem stärkeren Glanze beimaßen, denn bekanntlich erscheint uns ja auch die helle Sichel des Mondes merklich größer, als der dunkle, nur vom Licht der Erde mattgrau beleuchtete Theil unseres Trabanten.

Wer den Planeten zum ersten Male und nicht häufig wiederholt beobachtet, kann sehr leicht eine scheinbar physische Veränderlichkeit auch der grauen und überhaupt aller Flecke an der Marsoberfläche wahrzunehmen glauben. Der atmosphärische Zustand der Erde und vielleicht auch der des Mars ist mehr oder minder günstig; kleine Schätzungs- und Zeichnungsfehler sind überdies unvermeidlich. Ein dem Rande sich nähernder Fleck verschwindet früher, als er diesen, der berechneten Rotation nach, erreichen sollte, was, wie bei Jupiter, wahrscheinlich eine Folge der Atmosphäre des Mars ist; denn je weiter ein Gegenstand auf der Oberfläche des Planeten nach dem Rande rückt, desto dicker wird natürlich die Luftschicht, durch welche wir schräg hindurch ihn sehen. Endlich ist die Gelegenheit nicht häufig, in der gleichen Opposition genau dieselbe Seite des Planeten wieder zu erblicken, die früher der Erde zugewendet war.

Der weiße Fleck am Südpol zeigte sich in den besonders begünstigten Beobachtungen des Jahres 1830 stets deutlich, selbst bei minder günstigen atmosphärischen Umständen. Das reine glänzende Weiß desselben weicht ganz ab von der mehr röthlichen Färbung des übrigen Theiles der Kugel, und Mädler hatte einmal Gelegenheit, einen sprechenden Beweis für die überwiegende Lichtstärke desselben wahrzunehmen. Während einer Beobachtung zog nämlich eine dünne Wolke vorüber. Der Planet verschwand dadurch gänzlich bis auf den Polarflecken, den er deutlich und selbst in ziemlich scharf umgrenzter Form durch die Wolke hindurchschimmern sah. Die Größe dieses Südpolflecks fand Mädler im Jahre 1820 sehr veränderlich. Am 31. August schätzte er sie bei einer oberflächlichen Beobachtung auf 1/8 bis 1/10 des Marsdurchmessers. Am 10. September ergab die Schätzung in der Richtung von Osten nach Westen 1/10, am 15. September 1/16, am 2. October 1/18, am 5. October 1/20, und am 20. October 1/15. Läßt man für den 31. August 1/9 gelten, so erhält man für die genannten Tage, welche der Mitte des Sommers in dieser Marshälfte, also etwa unserem Juni und Juli entsprechen, folgende Grenzen für den weißen Fleck, wenn man den Pol in seine Mitte setzt: Zu der Zeit, welche auf der beobachteten Marsseite dem 16. Juni unserer Erdhälfte entspricht, reichte der Fleck vom Pol bis zum

83ten Grad 37 Secunden der Breite herab, nun nahm er aber zu und reichte

an dem	dem	23. Juni	entsprechenden	Marstag	bis	84° 15′
„	„	„ 26. „	„	„	„	86° 25′
„	„	„ 7. Juli	„	„	„	86° 50′
„	„	„ 9. „	„	„	„	87° 7′
„	„	„ 19. „	„	„	„	85° 59′

Das heißt, die Grenzen der weißen Flecken wurde bis zu einer der Mitte unseres Juli entsprechenden Marsjahreszeit immer kleiner, und fingen von da ab wieder an, allmälig sich zu vergrößern, ein Verhalten, wodurch die Hypothese einer wirklichen Schneebedeckung der Marspole bedeutend unterstützt wird. Auch geben fast alle Beobachter die Größe dieses Flecks veränderlich an, und er ist, wenn der Planet weiter vom Maximum der Erwärmung seiner Südhälfte abstand, bedeutend größer gesehen worden, als 1830.

Wenn es uns verstattet wäre, vom Monde oder von der Venus aus unsere Erde zu beobachten, so würden wir einen ganz ähnlichen, in jährlichen, respective halbjährlichen Perioden verlaufenden Erscheinungswechsel in unvergleichbar größerer Deutlichkeit bemerken, nur mit dem Unterschiede, daß die Schneebedeckung, die wir auf der Erde sähen, sich viel weiter nach dem Aequator hinab, nicht in so scharfe Grenzen eingeschlossen und viel schneller wechselnd zeigen würde, denn bei uns werden ja zuweilen in wenigen Stunden ganze Landstriche von vielen Breitengraden mit Schnee bedeckt, der dann oft eben so schnell wieder wegschmilzt. Daß die Erde dem Monde in ganz anderem, bedeutend hellerem Lichte erscheint, wenn der nordische Winter also die Festlandshälfte derselben mit einer weißen Schneedecke überzogen hat, ist nicht blos ein nahe liegender, wahrscheinlicher Schluß, sondern wir haben auch Gelegenheit, uns mit dem Auge davon zu überzeugen, obwohl wir nicht selbst nach dem Monde hinkönnen; denn der Mond ist für uns, wie ich Ihnen schon im sechsundsechszigsten Briefe gezeigt habe, ein Spiegel, der uns nicht blos das Sonnen-, sondern in gewissem Grade auch unser eigenes Erdlicht zurückwirft. Jenes oben erwähnte mattgraue Licht, in welchem der dunkle Theil des Mondes vor dem ersten und nach dem letzten Viertel schimmert, und das

eben nichts Anderes ist, als das Erdlicht, tritt in unserem Winter bei weitem stärker hervor, als im Sommer, und auch im Winter wieder desto stärker, je größere Landstriche der Erde mit Schnee bedeckt sind; der südliche Winter kann natürlich einen solchen Einfluß nicht haben, da auf den vorherrschenden Wasserflächen sich keine Schneedecke zu bilden vermag. Im Winter von 1844 auf 45 z. B., wo in ganz Mitteldeutschland bis tief in den Süden hinein, eine sehr zusammenhängende und anhaltende Schneebedeckung stattfand, spiegelte sich diese in gewissem Grade auch auf dem dunkeln Theil der Mondoberfläche ab. Wir konnten aus dem mattgrauen Schimmer der Mondoberfläche die große Ausdehnung unserer Wintervergnügungen, die Möglichkeit heiterer Schlittenpartien erkennen. Um wie viel mehr würden Beobachter auf dem Monde das erkannt haben.

Noch ähnlicher dem, was wir auf dem Mars sehen, würde der Jahreszeitwechsel der Erde von der Venus aus erscheinen, zu der unser Planet als ihr nächster äußerer ganz in demselben Verhältniß steht, wie der Mars zu ihm; nur müßten sich die Beobachtungen der Erde von der Venus aus immer noch weit vortheilhafter anstellen lassen, als die des Mars oder der Venus von der Erde aus, da wir derselben in den viel häufiger eintretenden Oppositionen bis auf 5 Millionen Meilen nahe kommen können, und da ferner in günstigster Opposition die Erde der Venus ihre ganz erleuchtete Scheibe zukehrt, welche ungefähr in der Fläche achtmal größer und lichtstärker erscheint als Mars der Erde.

Sie fragen hier vielleicht, warum ich unseren idealen Standpunkt nicht auch auf den Mars selbst verlege, um von da aus die Erde zu beobachten. Das geht allenfalls auch an, aber der Beobachtungspunkt ist dort viel ungünstiger, als auf der Venus, weil die Erde in ihrer Marsnähe diesem nur eine zum Theil erleuchtete Oberfläche zukehrt, wie die Venus uns.

Bei der Opposition im Jahre 1837, während welcher Mars ein der Beobachtung minder günstiges Minimum der für Oppositionen möglichen Entfernung erreichte oder vielmehr im Maximum dieser Entfernung verblieb, war dennoch der weiße Nordpolarfleck mit ausnehmender Deutlichkeit sichtbar, zugleich beträchtlich größer als der Südpolarfleck im Jahre 1830, und er

erschien, besonders im Januar und Februar, so scharf gegen den übrigen Theil der Kugel abgegrenzt, daß der erste Anblick glauben machen konnte, es bedecke ein Planet den anderen an dieser Stelle. Ein dunkler Streif ungleicher Schwärze und Breite umgab diese weiße Zone rings herum. Die Ausdehnung des weißen Flecks war bei den Beobachtungen vom 12ten Januar an in Abnahme begriffen, und besonders bemerkte man auch, daß sich die Schärfe seiner Begrenzung verminderte, woraus man etwa auf ein allmäliges Schmelzen des Schnees schließen könnte. Jene dunkle, den hellen Nordpolfleck umgebende Zone war zwar von sehr ungleicher Breite und auch nicht überall gleich schwarz, doch in allen Beobachtungen merklich dunkler als die übrigen Flecke, dunkler selbst als die der Südhalbkugel. Um den entgegengesetzten Pol hatte sich 1830 nichts Aehnliches gezeigt; die Flecke in seiner Nähe waren vielmehr äußerst matt, wenig zusammenhängend und nur mit Mühe wahrzunehmen, wogegen die erwähnte Zone auf den ersten Blick ins Auge fiel, sobald nur Mars überhaupt sichtbar war.

Diese Abnahme und Zunahme der Polflecke bei stets ziemlich gleich bleibender Gestalt ist jedenfalls höchst bemerkenswerth. Für beide Flecke fällt das Minimum ihrer Größe um $^1/_{18}$ des Marsjahres nach seinem Sommersolstitium, also etwa dem 12ten Juli für die Nord- und dem 12ten Januar für die Südhalbkugel der Erde entsprechend. Aber während sich der Südpolfleck bis zu 6 Grad Durchmesser verkleinerte, hat der des Nordpols in seinem Minimum noch 12—14 Grad Durchmesser, d. h. etwa die fünffache Flächengröße des ersteren behalten. Umgekehrt verbreitet sich der Südpolfleck, wie z. B. während der Opposition 1837 beobachtet wurde, soweit über die Kugel, daß er noch wahrgenommen werden kann, wenn der Pol 18 Grad unter unserm Marshorizont, d. h. hinter dem von uns gesehenen äußersten Rande liegt, was auf etwa 55° südliche Marsbreite schließen läßt, also auf der Nordhälfte der Erde der Breite von Bornholm oder Newcastle entsprechen würde. In der Nordhälfte ist Aehnliches noch nicht wahrgenommen. Die Veränderungen des Südpolflecks sind demzufolge größer als die des Nordpolflecks, d. h. er kann sowohl viel kleiner als auch viel größer werden. Auch hierzu zeigt uns die Erde etwas Analoges. Die mittlere

Temperatur der südlichen Hälfte ist durchschnittlich um einen Grad Réaumur kälter und die bisher unzugängliche Eisregion des Südpols erstreckt sich zwanzig Grade vom Südpol nach dem Aequator zu, während die nördliche nur ungefähr acht Breitengrade einnimmt. Ich habe Ihnen die Gründe dafür bereits im 33sten Brief des ersten Bandes und im 59sten des dritten zu entwickeln gesucht, auch gezeigt, daß dieses Verhältniß vielleicht ein in gewissem Grade periodisch wechselndes ist. Ganz dieselben Gründe walten bei Mars ob. Vermöge der Axenstellung dieses Planeten ist sein Südpol der Sonne am meisten dann zugewandt, wenn er ihr am nächsten steht, die Stärke seiner Erleuchtung und Erwärmung durch die Sonne ist dann ungefähr halb so groß ($^{52}/_{100}$) als die der Erde. Der Nordpol hat dagegen zu einer Zeit die günstigste Lage gegen die Sonne, wenn deren Licht- und Wärmestrahlen, wegen größerer Entfernung, nur etwa $^{1}/_{3}$ so stark (genauer $^{37}/_{100}$) auf den Mars wirken als auf die Erde, d. h. die Nordhalbkugel hat ihr warmes Halbjahr auf der langen Hälfte der Marsbahnellipse und ihren Sommerpunkt nahe dem Aphelium, die Südhalbkugel auf der kurzen Hälfte und ihren Sommerpunkt, wie schon gesagt, nahe dem Perihelium. Da nun, wie wir S. 318. gesehen haben, die Bewegung im Aphelium am langsamsten, im Perihelium am schnellsten ist, so wird der Planet Mars, dessen Excentricität sehr beträchtlich ist, eine bedeutend längere Zeit zur Apheliums-Bahnhälfte als zur Perihel-Bahnhälfte gebrauchen, d. h. die Nordhalbkugel wird eine um eben so viel längere warme Jahreszeit haben, als die Südhalbkugel. Jene bedeutende Ungleichheit der Erleuchtung und Erwärmung wird nun zwar für den ganzen Jahresumlauf dadurch ausgeglichen, daß sich im Winter die Verhältnisse umkehren, und selbst für die einzelnen Jahreszeiten findet eine theilweise Compensation statt, da sich aus den angegebenen Gründen die Länge des Sommerhalbjahrs der Nordhalbkugel zu der des Südsommerhalbjahrs wie 19 : 15 verhält; allein für die Culminationspunkte der Wärme und Kälte bleibt doch offenbar ein sehr bedeutender Unterschied übrig. Am Südpole sind also auf dem Mars, wenn die Vertheilung von etwa vorhandenem Wasser und Land eine ungefähr gleichmäßige in beiden sein sollte, oder wenn etwa gar im Süden

das Land überwiegt, heißere Sommer und kältere Winter, als am Nordpole, und dieser Unterschied ist eben deshalb dort viel beträchtlicher, als auf unserer Erde, wo er fast unmerklich ist, weil die Excentricität des Mars fünfmal und die Neigung seiner Axe 1,24 größer ist, als bei der Erde. Diese Eigenschaften der Marsbahn und seiner Axenneigung, aus denen jene Wärme- und Jahreszeiten-Verhältnisse hervorgehen, sind Ergebnisse der sichersten Rechnung und ganz unabhängig von den Fleckenbeobachtungen gewonnen. Sie stimmen aber völlig mit denselben überein. „Die Südhälfte des Mars muß viel heißere Sommer, viel kältere Winter haben", das folgert die Astronomie aus den Bewegungs- und Stellungs-Elementen des Planeten, und siehe da, die Beobachtung physischer Veränderungen bestätigt es auf das Schlagendste, indem sie lehrt, daß der südliche weiße (Schnee-) Fleck bis zu weit größerem Umfang anwächst und wiederum bis auf weit engere Grenzen zusammenschrumpft, als der nördliche weiße (Schnee-) Fleck.

Können Sie eine bessere Uebereinstimmung verlangen, und ist es unter diesen Umständen nicht im höchsten Grade wahrscheinlich, daß jene weißen Polarflecken wirklich von etwas unserer irdischen Schneedecke ganz Analogem herrühren? Auffallend bleibt aber allerdings der Umstand, daß die Schneedecke des Mars (wenn es erlaubt ist, nun von einer solchen zu sprechen) auf keiner Seite, weder auf der südlichen noch auf der nördlichen, so weit gegen den Aequator zu reichen scheint, als das auf unserer Erde oft der Fall ist, d. h. etwa bis zum 45sten Grad herab, während doch die Erwärmung durch Sonnenbestrahlung für den Mars nothwendig eine weit geringere sein muß, als für unsere Erde — durchschnittlich nur 4/10 so groß, wegen seiner mehr als 7 Millionen Meilen größeren Entfernung von der Sonne. Diese im Ganzen geringere Erwärmung würde also bei übrigens gleichen Umständen eine ausgedehntere Schneebedeckung erwarten lassen. Es ist für jetzt unmöglich, den Grund dieser scheinbaren Anomalie zu bezeichnen, ich wage nur anzudeuten, daß er möglicher Weise z. B. in einer noch größeren Eigenwärme jenes Himmelskörpers beruhen könnte, oder in einer etwas anderen Zusammensetzung der Atmosphäre, oder dessen, was unser Wasser auf demselben vertritt, indem

dieses letztere vielleicht einen niedrigeren Gefrierpunkt besitzt. Solche Andeutungen schwanken indessen stets in das Bodenlose, Sie dürfen ihnen durchaus keinen Werth beilegen, es können eben so gut uns ganz unbekannte Ursachen sein, welche jene Ungleichheit veranlassen. Dasselbe gilt für die Vermuthungen über die ungleiche Vertheilung von Wasser und Land auf der Marsoberfläche, welche man etwa aus der Form, Größe und Dauer der vermeintlichen Schneeflecke könnte ableiten wollen.

Es führt mich dies zu den Flecken anderer Art, welche sich, außer den periodisch wechselnden weißen, auf der Marsoberfläche zeigen. Schatten von Bergen können sie unmöglich sein, als solche würden sie so große Berge voraussetzen, daß man diese bei den Umdrehungen auch am Rande der Scheibe hervorragen sehen müßte, was nicht der Fall ist. Die Scheibe erscheint stets scharf kreisförmig mit glattem Rand. Es sind also jene Flecken Verschiedenheiten des Lichtreflexes, die gar wohl von ähnlichen Ursachen herrühren können, wie die sind, die auf der Erde obwalten (Land, Wasser u. s. w.). Obgleich aber diese Flecke nichts unseren Wolken Entsprechendes zu sein scheinen, so zeigen sich doch an ihnen Spuren der optischen Wirkungen solcher wolkenartigen Verdichtungen: sie erscheinen bestimmter, gesonderter, intensiver in ihrem Winter als in ihrem Sommer.

Zuweilen ist an einzelnen Stellen der Scheibe eine besondere röthliche Färbung wahrgenommen, wie denn der ganze Planet dem unbewaffneten Auge in rothem Lichte strahlt. Im Fernrohr erscheint aber Mars nicht so roth, als mit bloßem Auge, die Farbe des Ganzen ist da höchstens ein Gelbroth; allein jene einzelnen Theile zeigten mehr oder minder deutlich, doch nie scharf begrenzt, ein intensiveres Roth, welches am treffendsten mit dem Abendroth unserer Erde verglichen werden kann.

Dies Alles macht eine merkliche und der unseren ähnliche Atmosphäre des Mars ziemlich wahrscheinlich, welche Vermuthung auch durch das Verschwinden der Flecke am Rande, wie wir oben gesehen haben, bestätigt wird. Ein zuweilen bemerkter heller Glanz des Randes scheint gleichfalls einem eigenthümlichen atmosphärischen Processe seine Entstehung zu verdanken. Cassini und Römer wollen öfter kleine Fixsterne, wenn ihnen Mars näher rückte, allmälig haben dunkler werden und

endlich ganz verschwinden sehen, bevor sie noch den eigentlichen Rand des Planeten erreichten, was sie seiner sehr dichten Atmosphäre zuschrieben. Allein James South bemerkte ein solches zu frühes Verschwinden nicht, als er am 28sten November 1832 die Bedeckung eines Sternes achter Größe durch Mars mit besonderer Aufmerksamkeit beobachtete, und in der That, es ist auch nicht zu erwarten, daß sich die Marsatmosphäre bei Bedeckung eines Fixsternes oder anderen Weltkörpers durch diesen Planeten merklich machen werde. Selbst in der größtmöglichsten Erdnähe des Mars erscheinen uns 10 Meilen auf ihm nur unter einem Augenwinkel von $^3/_{10}$ Secunden; wenn wir also auch die Marsatmosphäre 50 Meilen dick annehmen wollten, so würde ihr Gesichtswinkel doch immer erst $1\,^1/_2$ Secunde betragen, das ist aber offenbar zu wenig, um eine uns bemerkbare Lichtbrechung hervorzubringen.

Eine ganz besonders große Veränderlichkeit nach Gestalt, Größe und Intensität zeigen jene erwähnten dunklen Ränder, welche sich an den weißen Flecken der nördlichen Polargegend besonders dann zeigen, wenn dieselben kleiner zu werden beginnen. Man hat die Vermuthung ausgesprochen, daß sie durch das Aufthauen des Schnees hervorgebracht würden, da nasser, sumpfiger oder morastiger Boden nothwendig die geringste Reflexionsfähigkeit zeigen müsse, und da die größte Intensität dieser dunkelen Flecke in die Zeit falle, in welcher man das stärkste Aufthauen voraussetzen könne. Es ist das aber schon eine von den Hypothesen, welche das erlaubte Maß der Vermuthungen beinah überschreiten.

Sie werden aus dem Allen entnehmen, daß der Mars eine Menge Erscheinungen zeigt, wie wir sie auf der Erde, aus derselben Entfernung gesehen, ähnlich erwarten könnten. Die Wahrscheinlichkeit einer gewissen Analogie in der Natur dieser beiden Nachbarplaneten liegt somit nahe, aber wir dürfen uns nicht verleiten lassen, aus jenen allgemeinen Aehnlichkeiten zu viel zu schließen, oder Specielles abzuleiten. Wenn diese Vorsicht aber schon für einen verhältnißmäßig so nahen und gut beobachtbaren Planeten unerläßlich ist, um wie viel mehr muß sie für jene nöthig sein, die sich in mehr als doppelter Ferne und in schwächerer Beleuchtung zeigen, oder welche so klein sind, daß schon

eine beträchtliche Vergrößerung dazu gehört, um sie nur überhaupt als Scheiben zu sehen.

Möge es aber noch so wenig sein, was wir von den Oberflächenzuständen ferner Weltkörper wissen, immerhin erzeugt es ein eigenthümliches Gefühl, daß wir Erdbewohner den Anfang einer Kenntniß vor uns sehen, deren Ende für Menschen nie zu erreichen ist. Wir blicken gleichsam in eine ganz andere Welt, wir sehen etwas von ihr und müssen uns bekennen, daß die äußersten Schranken des auf diesem Gebiete Erreichbaren ganz nahe hinter dem bereits Erreichten stehen; niemals wenigstens unsere lebhaften Wünsche auch nur einigermaßen befriedigen können. Und wenn auch die Hülfsmittel der Beobachtung in solchem Grade sich vervollkommneten, daß wir die Oberfläche des Mars oder des Jupiter so genau untersuchen könnten als jetzt die des Mondes (was beinah undenkbar ist), wenn dadurch es etwa höchst wahrscheinlich werden sollte, daß auch jene Himmelskörper von lebenden Wesen bewohnt werden; so liegt es doch gänzlich jenseit der Grenzen denkbarer Möglichkeit, daß wir als Bewohner der Erde, oder daß selbst unsere spätesten Nachkommen als solche, je von der Natur jener Wesen eine deutliche Vorstellung erhalten, oder mit ihnen in irgend einen Verkehr treten könnten. Es ist dies beinah eben so unmöglich, als unseren Blicken der Zutritt der abgewendeten Seite des Mondes stets unerreichbar sein wird.

Solche unüberwindliche Schranken des Erkennens, in einem Gebiet, in das wir einmal eingetreten sind, haben für den Forscher etwas Ungewohntes und Beengendes, ein unstillbares Sehnen nach Mehr kann dadurch geweckt werden, und es ist kein Wunder, daß eine Mehrzahl denkender Menschen, aller irdischen Hoffnung auf Erfüllung beraubt, von jeher gewünscht und gehofft hat, durch ein Leben nach diesem irdischen, die unendliche Mannichfaltigkeit der Welt in immer weiterer Ausdehnung kennen zu lernen. Es ist dies vielleicht die am wenigsten egoistische Triebfeder für solche Hoffnungen. Aber wir stehen hier an den Grenzen alles Wissens, hinter denen dem Glauben freiester Spielraum geboten ist.

Achtundsechszigster Brief.

Die kleinen Planeten.

„Unter dem Namen einer mittleren Gruppe, welche gewissermaßen zwischen Mars und Jupiter eine scheidende Zone für 4 innere (Mercur, Juno, Erde, Mars) und die 4 äußeren Hauptplaneten (Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun) unseres Sonnengebietes bildet, haben wir schon in den allgemeinen Betrachtungen über planetarische Körper die Gruppe der kleinen Planeten (Asteroiden, Planetoiden, Coplaneten, teleskopischen oder Ultra-Zodiacal-Planeten) bezeichnet. Es hat dieselbe den abweichendsten Charakter durch ihre in einander verschlungenen, stark geneigten und übermäßig excentrischen Bahnen; durch ihre außerordentliche Kleinheit, da der Durchmesser der Vesta selbst nicht den vierten Theil des Durchmessers des Mercur zu erreichen scheint."

Kosmos S. 514.

Die Planeten, welche unsere Sonne umkreisen, lassen sich sehr bequem in drei Gruppen vereinigen, deren Bestandtheile ungefähr eben solche gemeinsame und für die Gruppen unterscheidende Charaktere zeigen, wie die Arten von drei Gattungen der organischen Reiche.

Die vier inneren Planeten sind unter einander sehr ähnlich nach ihrer Größe, nach ihren specifischen Gewichten, nach ihrer Rotationszeit und selbst durch ihren Mondmangel, da nur die Erde einen solchen, und zwar nur einen besitzt. Die vier äußeren Planeten sind alle viel größer, viel speeifisch leichter und scheinen alle mehrere Monde zu besitzen.

Dazwischen aber bewegt sich in einem weiten Intervall eine Zone von sehr kleinen Planeten ohne Monde, in noch unbestimmter Zahl, die alle viel kleiner sind, als die inneren Planeten und mit ihren Bahnen sich durchkreuzen, welche zugleich viel größere Abweichungen von der Kreisform zeigen, als die Bahn irgend eines der größeren Planeten.

Bedenken wir, daß solche kleine Planeten, deren man schon 16 kennt, bis jetzt nur in jener bestimmten Zone beobachtet worden sind, nicht ein einziger zwischen zwei anderen der großen Planeten, sondern nur zwischen Mars und Jupiter; bedenkt man ferner, daß sie hier gleichsam eine Lücke ausfüllen, unter sich in sehr unregelmäßigen Sonnenabständen, während bei den großen Planeten die Abstände von Innen nach Außen beinah gesetzmäßig zu-

nehmen; bedenkt man das Alles, so kann man diese Anordnung unmöglich für eine zufällige halten. Vielmehr — da ein eigentlicher Zufall überhaupt nicht denkbar ist — wir können sagen, daß das Erkennen dieser Anordnung schon der Anfang zur Auffindung der Ursache sei — schon über das scheinbar Zufällige hinweg geführt habe. Aber der Mensch ist so eifrig bemüht das Naturgesetzliche aufzufinden, daß er oft voreilig die augenblicklichen Grenzen begründeter Schlußfolgerung überschreitet, und sich weit in das Gebiet des Hypothetischen hineinwagt. — So ist es ihm auch in Rücksicht auf diese Gruppe der kleinen Planeten ergangen. Ich will hier nicht aufs Neue von den sogenannten naturphilosophischen Träumereien reden, welche erst vor der Entdeckung dieser kleinen Weltkörper, und dann auch nachdem vier und fünf derselben gefunden waren, in der Zahl der Planeten eine tiefe Bedeutung erblickten; nur über die von Olbers aufgestellte Hypothese: diese kleinen Körper möchten die Trümmer eines großen sein, erlaube ich mir einige Bemerkungen. Die Annahme einer solchen Zertrümmerung setzt die Ursache derselben nothwendig voraus, und wenn man sich zu der einen berechtigt hält, muß man noch mehr berechtigt sein, nach der anderen zu fragen. Eine solche Ursache liegt aber gegenwärtig gänzlich außer den Grenzen unserer Erfahrung, oder darauf gegründeten Speculation. Die Bahnen der großen Planeten sind weit von einander getrennt und schneiden sich nicht, ihr Zusammenstoß ist undenkbar; die Kometen sind als viel zu dünne ätherische Wesen erkannt worden, um bei einem Zusammenstoß solche Folgen herbei zu führen, eine innere Ursache des in Stückezerspringens eines Planeten ist aber nicht denkbar, das spätere Getrenntbleiben der Stücke sogar den Gesetzen der Gravitation entgegen.

Die Vermuthung einer Zertrümmerung ist darum eine sehr unwahrscheinliche, und es mag das zugleich Denen zur Beruhigung dienen, welche sich jemals vor einem sogenannten jüngsten Tag — einer Zerstörung der Erde — durch irgend einen Naturvorgang gefürchtet haben.

Bedenken wir dagegen, daß eine Zone von Sternschnuppen jedenfalls aus noch ungleich viel kleineren Himmelskörpern bestehend, sehr wahrscheinlich die Sonne ebenfalls in einer plane-

tarischen Bahn umkreist, so erweitert sich dadurch die Zahl der Weltkörpergruppen für unser Sonnensystem abermals um eine, und wir sehen uns genöthigt, zu vermuthen, daß wohl die ursprünglichen Bedingungen der Bildung in den einzelnen Regionen des Sonnengebietes ziemlich ungleiche gewesen sein mögen, und daß einer solchen, aber durchaus noch nicht näher erkannten Ungleichheit auch wohl die Entstehung der kleinen Planeten im Gegensatz zu den großen zuzuschreiben ist.

Neunundsechzigster Brief.

Jupiter und seine Monde.

(Hierzu Fig. 2 auf Taf. V.)

„Die meisten dieser Flecken sind von größerer Schwärze als die Streifen des Jupiter. Sie scheinen aber nicht der Oberfläche des Planeten selbst anzugehören, da sie bisweilen, besonders die den Polen näher liegenden, eine andere Rotationszeit als die der Aequatorial-Gegend gegeben haben. Nach einem sehr erfahrenen Beobachter, Heinrich Schwabe in Dessau, sind die dunklen, schärfer begrenzten Flecken mehrere Jahre hinter einander von den beiden, den Aequator begrenzenden grauen Gürteln (Streifen) bald dem südlichen, bald dem nördlichen ausschließend eigenthümlich gewesen. Der Proceß der Fleckenbildung ist also räumlich wechselnd."

Kosmos S. 520.

Jupiter ist der Herrscher unter den Planeten, wenn auch nur der erste Vasall der Sonne. Die Störungen, die sein mächtiger Einfluß unter den kleinen Nachbarn hervorbringt, sind von ganz besonderer Wichtigkeit geworden für die rechnende Astronomie. So groß aber auch seine Masse ist, im Durchmesser 11¼ mal die Erde übertreffend, so steht er uns doch schon so fern, daß durch die besten der gewöhnlichen astronomischen Instrumente auf ihm ein Flächenraum so groß als ganz Europa nur erst als ein Punkt von unbestimmbarer Form gesehen werden kann. Was sich in dieser Ferne, z. B. bei Betrachtung der Erde vom Jupiter aus mit Hülfe guter astronomischer Fernröhre unterscheiden läßt, würde sich Alles auf einem Globus nicht größer als ein gewöhnlicher Stecknadelknopf noch darstellen lassen. Daraus mögen Sie sich eine ungefähre Idee bilden von der Breite und Ausdehnung jener eigenthümlichen Streifen, welche

Sie auf T. V. Fig. 2. nach Herschel abgebildet sehen und welche v. Humboldt mit folgenden Worten beschreibt:

„In der Aequatorial-Zone des Jupiter liegen zwei breite Hauptstreifen oder Gürtel von grauer oder graubrauner Farbe, welche gegen die Ränder blässer werden und endlich ganz verschwinden. Ihre Begrenzungen sind sehr ungleich und veränderlich; beide werden durch einen mittleren, ganz hellen Aequatorial-Streifen geschieden. Auch gegen die beiden Pole hin ist die ganze Oberfläche mit vielen schmäleren, blässeren, öfter unterbrochenen, selbst fein verzweigten, immer dem Aequator parallelen Streifen bedeckt.“ „Diese Erscheinungen,“ sagt Arago, „erklären sich am leichtesten, wenn man eine durch Wolkenschichten theilweise verdichtete Atmosphäre annimmt, in welcher jedoch die über dem Aequator ruhende Region, wahrscheinlich als Folge der Passatwinde, dunstleer und diaphan ist.“

Das ist Alles, was wir bis jetzt von der Oberfläche des Jupiter wissen und vermuthen können. Es klingt sonderbar genug und ist doch wahr, daß wir mehr, d. h. Bestimmteres über sein Inneres, als über sein Aeußeres wissen. Aus der Größe der Anziehung, welche er sowohl auf seine Satelliten, als auf die benachbarten kleinen Planeten übt, läßt sich berechnen, daß er 336 mal so viel wiegt als die Erde, wäre er demnach 336 mal so groß als die Erde, so würde sein mittleres specifisches Gewicht dem der Erde gleich sein. Da aber sein Volumen 1500 mal so groß ist, als das der Erde, so folgt daraus, daß sein specifisches Gewicht (seine Dichte) nur ungefähr ¼ so groß ist, als das der Erde, also etwas größer als das des Wassers. Man kann aber noch weiter gehen und aus der Größe seiner Abplattung schließen, daß sein specifisches Gewicht, wie das der Erde, von der Oberfläche nach Innen zunimmt, und daß folglich seine Oberfläche noch nicht ganz die Dichte unseres Wassers besitzt. Damit ist natürlich nicht gesagt, daß diese Oberfläche flüssig sein müsse; es giebt ja auch bei uns viele Substanzen, die leichter sind als Wasser und dennoch fest, selbst das Eis ist eine solche. Aber so viel ist freilich gewiß, daß die qualitative Zusammensetzung des Jupiter im Allgemeinen eine andere sein muß, als die der Erde. Es ist nicht unmöglich, daß alle irdischen Grundstoffe auch in der Masse des

Jupiter vorhanden sind, aber die quantitativen Verhältnisse der leichteren müßten dann durchaus überwiegend sein, und wahrscheinlicher ist es natürlich, daß viele der specifisch-schwereren ganz fehlen, oder daß überhaupt eine Anzahl uns ganz fremder Bestandtheile vorherrscht.

Es würde thöricht sein, über die besonderen physikalischen Zustände eines so abweichenden Himmelskörpers sich in weitere Vermuthungen einzulassen. Eher noch bieten uns die Monde des Jupiter Veranlassung zu einer Vermuthung über ihre besondere Beschaffenheit; es ist die etwas ungleiche Leuchtkraft derselben in ihren verschiedenen Bahntheilen, eine Eigenschaft, welche beim äußersten Saturnus-Monde am stärksten hervortritt; man kann daraus vermuthen, daß auch bei ihnen Rotation und Umlauf zusammenfallen, und daß ihre Oberflächenbeschaffenheit auf ihren verschiedenen Seiten eine etwas ungleiche sei. Dazu kommt noch der merkwürdige Umstand, daß sie im Allgemeinen stärkeres Licht reflectiren als ihr Planet, dergestalt, daß man sie beim Vorübergang auf seiner Scheibe noch als helle Punkte erkennen kann. — Sollte diese intensivere Leuchtkraft und der gleichmäßige Lichtstärkenwechsel, je nach der uns zugewendeten Seite, etwa von dem Mangel einer Lufthülle herrühren, wie er bei unserem Monde erweislich stattfindet? Das wäre eine neue gemeinsame Eigenschaft der Satelliten, und nicht zu übersehen bei ihrer Deutung. Ich darf jedoch hier nicht unterlassen zu bemerken, daß bei den Planeten im Gegentheil die Lichtstärke mit der Dichte ihrer Atmosphäre zu wachsen scheint. Es müßte nämlich der Berechnung nach die Lichtstärke des Mars für uns trotz seines geringen Durchmessers eigentlich größer sein, als die des Jupiter. In Wirklichkeit ist es umgekehrt, Jupiter leuchtet heller, und zwar vermuthet man, daß daran seine noch dichtere Atmosphäre schuld sei, und daß überhaupt die zunehmende Dichtigkeit der Planetenatmosphäre einigermaßen einen klimatischen Ersatz bieten möge für die große Entfernung, aus der ihnen das Sonnenlicht zustrahlt. Saturn leuchtet nach Olbers dreimal so stark, als die Berechnung ergiebt, wenn man in ihr auf keine dichtere Atmosphäre Rücksicht nimmt, als die des Mercur oder der Venus.

Den Jupiterbewohnern würde der nächste ihrer Monde

etwa ebenso groß erscheinen als uns unser Mond, der zweite und dritte etwa halb so groß, der vierte weit kleiner, und ungefähr ebenso groß die Sonne. Von dem nächsten Jupitersmonde aus zeigt dagegen der Planet selbst einen scheinbaren Durchmesser 37 mal so groß, als uns die Sonne; er muß, von da aus gesehen, am Himmel einen Flächenraum bedecken, so groß als das ganze Sternbild des Orion.

Siebenzigster Brief.

Saturn.

(Hierzu Fig. 3 auf Taf. V.)

„Die Gegend um die Pole zeigt, was sehr merkwürdig, einen Wechsel in der Licht-Reflexion, welcher von den Jahreszeiten auf dem Saturn abhängig ist. Die Polar-Region wird nämlich im Winter heller leuchtend: eine Erscheinung, welche an die wechselnde Schnee-Region des Mars erinnert und schon dem Scharfblick von William Herschel nicht entgangen war. Sei nun eine solche Zunahme der Licht-Intensität der temporären Entstehung von Eis und Schnee, oder einer außerordentlichen Anhäufung von Wolken zuzuschreiben: immer deutet sie auf Wirkungen von Temperatur-Veränderungen, auf eine Atmosphäre.“ Kosmos S. 524.

Wie der Mars, so zeigt also auch der Saturn Erscheinungen, welche auf eine Atmosphäre und auf wechselnde Jahreszeiten deuten und es ist gewiß kein kleiner Triumph menschlicher Beobachtung, daß man das auf eine Entfernung von 175 Millionen Meilen zu unterscheiden vermag, zumal da seine Beleuchtung durch die Sonne eine 90 mal schwächere ist, als die der Erde. Vom Saturn aus erscheint die Sonne ungefähr 10 mal kleiner als von der Erde, und dieser große Stern durchläuft dort seinen mittleren Tagesbogen in 5 Stunden 8 Minuten, da die ganze Rotation in 10 Stunden 16 Minuten erfolgt.

Der Aufenthalt auf einem so sonnenfernen Planeten würde für uns sicher kein angenehmer sein, wenn auch der Anblick des zur Nachtzeit leuchtenden Doppelringes ein noch so überraschender sein mag.

Ich habe der Vollständigkeit wegen den Saturn hier nicht ganz übergehen wollen, obwohl er mir keine weitere Veranlassung zu Betrachtungen darbietet; um so mehr wird das wieder der

Fall sein, bei seinen verschiedenartigen Trabanten, die uns im nächsten Briefe beschäftigen sollen.

Einundsiebenzigster Brief.

Ringe und Monde des Saturn.

„In der Ebene seines Aequators umgeben den Planeten wenigstens zwei frei schwebende, in einer und derselben Ebene liegende, überaus dünne Ringe. Sie haben eine größere Intensität des Lichts als Saturn selbst, und der äußere Ring ist noch heller als der innere."

Kosmos S. 525.

Zu den sonderbarsten Erscheinungen im ganzen Planetensystem gehört unstreitig der doppelte oder mehrfache Ring, welcher den Saturn frei umschwebt. Er ist einzig in seiner Art und eben dadurch so überraschend. Bevor ihn Huygens 1657 als das erkannte, was er ist, waren im ganzen weiten Himmelsraum nur kugelförmige Körper, höchstens mit kometarischen Lichtschweifen versehen, bekannt. Seitdem haben sich dieser neuen Form als in gewissem Grade analog auch das Thierkreislicht und einige ferne Nebelbildungen zugesellt, deren wahre Natur aber noch in viel größeres Dunkel gehüllt ist.

Der Doppelring des Saturn, dessen Dimensionen Sie im Kosmos speciell verzeichnet finden, besitzt dünnere und dickere Stellen, Anschwellungen, deren Dicke gegen 700 Meilen beträgt, während die mittlere Dicke höchstens 100 Meilen sein mag, so daß also jederseits 300 Meilen hohe Buckel hervorragen müssen, gleichsam als seien kugelförmige Trabantenkörper in die Ringmasse eingefügt, wie Perlen an eine Schnur gereiht.

Da aber nach Bonds und Peirce's Untersuchungen die Masse des Ringes keine starre sein kann, sondern flüssig sein muß, so können auch diese Anschwellungen nicht von eingeschlossenen festen Körpern herrühren.

Bond hat eben aus den an ihnen vorgehenden Veränderungen die Flüssigkeit erkannt, wie Peirce aus rein mechanischen Betrachtungen erweist: „daß für einen wirklichen Ring, wenn er starr wäre, keine Form von Unregelmäßigkeit oder Combination von Unregelmäßigkeiten denkbar ist, welche ihn permanent um

den Hauptplaneten zu halten vermöchte." Die auf Rechnungen gegründete speculative Betrachtung von Benjamin Peirce ist so wichtig für die Beurtheilung unseres ganzen Planetensystems und vieler seiner einzelnen Glieder, daß ich es für zweckmäßig halte, Ihnen dieselbe hier vollständig mitzutheilen, wenn sie Ihnen auch nicht in allen Einzelheiten deutlich sein sollte. Eine völlige Verdeutlichung würde zu weitläuftige Auseinandersetzungen nöthig machen, ich begnüge mich deshalb, Ihnen den Originaltext in möglichst treuer Uebersetzung mitzutheilen; Peirce sagt: 1) Bei meinen Untersuchungen habe ich nicht allein die Translationsbewegung des Ringes, sondern auch seine Axendrehung in Betracht genommen, und diese letztere Erscheinung ist es, welche der Unregelmäßigkeit ihre erhaltende Kraft benimmt. Denn mittelst der Rotation wird jede Unregelmäßigkeit eben so oft zu der Lage im Ringe gebracht, welche dem Hauptplaneten am nächsten ist, als zu der, welche am fernsten von ihm ist. Wie sehr sie aber auch in der letzteren Lage die von Laplace untersuchte repulsive Wirkung zwischen dem Hauptplaneten und dem Schwerpunkte des symmetrischen Ringes vermindern oder selbst negativ machen mag, so wird sie doch diese Repulsion in der anderen Lage noch mehr vergrößern, und man wird finden, daß deshalb die Unregelmäßigkeit sogar den Fall und die Zerstörung des Ringes zu beschleunigen strebt.

Der einzige annehmbare Fall, in welchem die schädliche Wirkung der Unregelmäßigkeit verhindert sein kann, ist der, in welchem die Zeit der Umdrehung des Ringes um seine Axe gleich ist der des Umlaufs des Schwerpunkts um den Hauptplaneten, und in welchem die Unregelmäßigkeit sich an dem Punkte des Ringes befindet, welcher am fernsten von dem Hauptplaneten ist. Diese Hypothese könnte durch die Analogie des Mondes und anderer Satelliten unterstützt zu sein scheinen. Allein die Analyse zeigt, daß zwischen beiden Fällen ein Unterschied herrscht, der von fundamentaler Wichtigkeit ist. Die Lage des Mondes, mit seiner längsten Axe gegen die Erde gerichtet, ist bekanntlich eine stabile, wogegen der beim Ringe vorausgesetzte Fall ein instabiler ist. Dies ist hinreichend klar, wenn der Schwerpunkt des Ringes und der Mittelpunkt seiner Figur sich beide auf derselben Seite des Planeten befinden. Denn in diesem

Falle können wir für einen Augenblick die Unregelmäßigkeit von dem Ringe trennen, den Rest des als symmetrisch vorausgesetzten Ringes als zu einer Masse im Centro seiner Figur gesammelt, und sie wie durch einen unbeugsamen Stab mit dem Schwerpunkt der Unregelmäßigkeit vereinigt betrachten. An dem vom Planeten entferntesten Ende des Stabes wird die Unregelmäßigkeit von dem Planeten angezogen, während die an dem anderen Ende befindliche Masse des Ringes wirklich von dem Planeten abgestoßen wird; und dies ist offenbar ein instabiles Gleichgewicht. Es ist der Fall eines Mannes, der mit an die Füße gebundenen Blasen aufrecht im Wasser zu stehen sucht. Befindet sich der Hauptplanet zwischen dem Schwerpunkt und dem Mittelpunkt der Figur, so läßt sich durch eine einfache Rechnung zeigen, daß die Lage nicht minder eine instabile ist.

Die Betrachtung der vielen Unregelmäßigkeiten wird dadurch vereinfacht, daß sie, wenn sie einander nahe sind, sich als combinirt in deren Schwerpunkt denken lassen, und daß sie, wenn sie sich auf entgegengesetzten Stücken des Ringes befinden, in ihrer Wirkung einander aufzuheben (to negative) suchen. In jedem Falle ist das Resultat im Wesentlichen dasselbe, — daß sie den Ring nicht permanent halten, daß ein starrer Ring bald zerstört sein würde, und daß also der Ring des Saturn flüssig sein muß. Er besteht, kurz gesagt, aus einem oder mehreren Strömen einer Flüssigkeit, die etwas dichter ist als Wasser.

2) Die kühne und sinnreiche Theorie, die Herr Bond zur Beseitigung der Widersprüche der Beobachtung aufgestellt, indem er eine veränderliche Beschaffenheit des Ringes, ein öfteres Entstehen von Abtheilungen und nachheriges Verschwinden derselben annimmt, scheint durch seine eigenen einfachen und neuen Rechnungen deutlich dargethan zu sein. — Allein eine tiefere Anwendung der hydrodynamischen Principien erläutert das Phänomen und führt zu bestimmteren Ansichten der Wirkungsweise. Die außerordentliche Dünne des Ringes erleichtert die Untersuchung. Ich habe die Flüssigkeit als von gleichmäßiger Dichte vorausgesetzt, welche Hypothese fast eine nothwendige Folge der Dünne zu sein scheint, denn es läßt sich kaum begreifen, daß eine elastische Flüssigkeit, wie ein Gas, sich bei so geringen Dimensionen in einem so comprimirten Zustande halten würde.

Wird irgendwo von der oberen zur unteren Fläche des Ringes ein kleiner prismatischer Kanal parallel der Rotationsaxe gezogen, so kann der Druck der darin enthaltenen Flüssigkeit auf einen Punkt in der Mitte berechnet werden aus Daten, die Bessel für die Masse und Struve für die Breite und den Durchmesser gegeben hat. Dann kann die Länge des auf einem Radius vom Centro der Figur aus gezogenen Kanals, welcher, nach Berücksichtigung der Centrifugalbewegung, denselben Druck auf denselben inneren Punkt ausübt, berechnet werden und folglich auch die Breite eines jeden einzelnen Ringes. Diese Breite ergiebt sich als fast unabhängig von dem höchst unsicheren Element der Dicke, so daß es möglich ist, annähernd die Zahl der Ringe zu bestimmen, welche zusammen im normalen Zustand vorhanden sind; eine erste Annäherung hat mir zwanzig für diese Zahl gegeben und ich betrachte sie als die Maximum-Grenze. Die Breite der einzelnen Ringe ist bis zu einem gewissen Grade analog der Größe der Wassertropfen aus einer Flasche; und sowie man diese Tropfen an einer gewissen Grenze plötzlich von der Flüssigkeit darüber sich abreißen sieht, so wird durch die Zertheilung des Saturnringes, bei Annäherung der Flüssigkeit an den Ruhezustand, welcher für das Phänomen nothwendig ist, ein schnelles und plötzliches Zerfallen an den geeigneten Abständen erfolgen.

3) Als ich es unternahm, die Umstände der Stabilität des flüssigen Ringes zu erforschen, ward ich überrascht zu finden, daß, selbst in diesem Fall, die Bewegung des Schwerpunktes nicht vom Hauptplaneten beherrscht (controlled) wird. Die Anziehung des Planeten hindert die einzelnen Theile am Fortfliegen und hält sie in der Ringform, hat aber keinen Einfluß auf ihre Bewegung als eine Masse; so daß in der directen Wirkung des Saturn nichts vorhanden ist, was den Ring verhinderte, sich in seiner Ebene, in irgend einer Richtung und zu irgend einem Abstand, fortzubewegen, bis zuletzt der Ring mit der Oberfläche des Planeten zusammenstoßen und zerstört werden würde. Welche Gestalt der Ring auch haben möge, so muß doch die Geschwindigkeit seiner Ströme geringer sein an den von dem Planeten entfernteren Punkten. An diesen Punkten muß also eine Anhäufung der Flüssigkeit stattfinden, und eine genaue

Rechnung zeigt, daß der Betrag der Anhäufung den größeren Abstand genau compensirt, so daß die Anziehung des Ringes auf den Hauptplaneten dieselbe sein muß in jeder Richtung. Bei Anstellung dieser Berechnung ist zu bemerken, daß die Anhäufung der Flüssigkeit umgekehrt proportional ist der Geschwindigkeit, und daß die Geschwindigkeit eine solche sein muß, daß dem Princip der Conservation der Flächenräume genügt wird, sonst aber die Figur des Ringes vernachlässigt werden kann.

4) Die Kraft, welche den Schwerpunkt des Saturnringes hält, ist nicht in dem Planeten selbst, sondern in dessen Satelliten zu suchen. Die Satelliten stören den Ring fortwährend, und doch halten sie ihn gerade durch den Act der Störung. Die Möglichkeit einer solchen Wirkung ist dem Scharfsinn des jüngeren Herschel nicht entgangen, welcher in seinen Outlines of Astronomy darauf anspielt. Allein, indem er sie mit dem ungewissen Balanciren eines langen Pols vergleicht, hat er die Sache verfehlt; während er andererseits zu weit geht, wenn er annimmt, sie sei fähig, einen starren Ring gegen die zerstörende Einwirkung des Planeten zu schützen. Es ist, obwohl eine schwache, doch keine negative Wirkung, und das Positive derselben läßt sich auf verschiedene Weise darthun.

Zunächst läßt sich jeder Theil des Ringes als ein Satellit betrachten, welchen die übrigen Satelliten in gewöhnlicher Weise stören. So wird der mittlere Abstand vom Saturn nicht im Geringsten verändert, und die Störung der Excentricität kann nur gewisse bestimmte Grenzen erreichen, nach deren Erreichung sie abnehmen muß. In Bezug auf eine zu- oder abnehmende Excentricität sind die verschiedenen Theilchen in verschiedenen Umständen, was sich durch den gegenseitigen Druck zu einem Mittelzustand ausgleicht, der wiederum seine eigenen Perioden von Zu- oder Abnahme hat.

Zweitens beschreibt der Saturn, in Folge der Anziehung seiner Satelliten, eine Bahn um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt des Systems. Jedes materielle Theilchen, welches mit der ursprünglichen Geschwindigkeit in das Centrum des Saturns verlegt wäre, würde dieselbe Bahn zu beschreiben suchen. Allein vom Ring fällt der Schwerpunkt in seiner Lage mit dem des Saturn zusammen, so daß auch er dieselbe Bahn zu beschrei-

den suchen muß, d. h. die Wirkung der Satelliten strebt die Coincidenz dieser beiden Schwerpunkte zu erhalten. Abgesehen ist jedoch dabei von der Thatsache, daß der Satellit den Ring nicht genau so anzieht, wie wenn alle seine Masse in seinem Schwerpunkt vereinigt wäre. Aber die daraus entspringende Abweichung kann bei der mittleren Bewegung vernachlässigt, und in die Klasse der periodischen Störungen versetzt werden. Es ist auch zu bemerken, daß die hieraus entstehende Ungleichheit der Wirkung vermindert wird durch die vergrößerte Geschwindigkeit in dem Strom des Ringes an der dem Satelliten nächsten Stelle und durch die daraus folgende Anhäufung der Flüssigkeit an den entfernteren Stellen.

5) Es folgt dann, daß kein Planet einen Ring haben kann, sobald er nicht von einer hinreichenden Anzahl gehörig angeordneter Satelliten umgeben ist. Der Saturn scheint der einzige Planet zu sein, welcher zu dieser Kategorie gehört, und er ist folglich der einzige, welcher einen Ring halten kann. Unsere Sonne scheint ihre Satelliten nicht in gehöriger Anordnung zu besitzen, um einen Ring tragen zu können (wenn nicht etwa das Thierkreislicht als in diese Kategorie gehörig angesehen werden darf). Und der einzige Theil unseres Planetensystemes, wo mit Grund ein solches Phänomen zu vermuthen gewesen wäre, ist gerade innerhalb der mächtigen Massen des Jupiter und Saturn. — Allein wenn in diesem Theil des Systems ein Ring vorhanden war, so mußte er solchen außerordentlichen Störungen unterworfen sein, daß er im Laufe der Zeit gegen den nächsten der unteren Planeten, gegen Mars, vibrirt hätte, und auf diese Weise in Asteroide zerschellt wäre. Die Bahnen der unter solchen Umständen gebildeten Planeten müßten durch eine große Excentricität charakterisirt sein.

6) Doch gesetzt, die Sonne wäre zu irgend einer Zeit von einem in Leichtigkeit dem Zodiakallicht vergleichbaren Ring umgeben gewesen, und angenommen, um den Einfluß der Planeten auszuschließen, die Ebene des Ringes habe eine starke Neigung gegen die Ekliptik gehabt, so würde das Resultat sein: daß der Schwerpunkt des Ringes begonnen hätte, sich in der einen oder anderen Richtung zu bewegen, und darin fortgefahren hätte, bis er an der Oberfläche der Sonne zerborsten wäre. Allein während dieser Bewegung

und in Folge der Sonnenwirkung würde die Materie des Ringes sich an den entferntesten Punkten angehäuft haben, so daß es, wäre die Sonne ein bloßer Punkt, hätte geschehen können, daß der ganze Ring, genau im Augenblick des erwarteten Zusammenstoßes, von dem Berührungspunkt zurückgewichen wäre. Das Experiment des Tantalus würde in großartigem Maßstabe ausgeführt, und der Ring instantan zu einem Kometen in seinem Aphel umgewandelt worden sein.

7) Wäre indeß der Ring eine große Gasmasse von kreisrunder Gestalt, so könnte die Condensation, welche am Punkte des Aphels einträte, leicht zu einer chemischen Action führen. Es könnte ein Niederschlag entstehen, und die nothwendige Folge davon wäre: eine fortwährend beschleunigte Anhäufung an diesem Punkt, die mit der Bildung eines Planeten endigte. Unter dieser Modification ist die Nebular-Hypothese möglicher Weise frei von den Einwürfen, die man mit Recht gegen sie erhoben hat. — Ich wage es nicht, den Andeutungen, die hier über Bildung von Himmelskörpern gegeben sind, Weiteres zuzufügen, aber auf die im 13. Briefe des ersten Bandes schon erwähnten Versuche **Plateaus** möchte ich Sie nochmals hinweisen, da durch diese Versuche gezeigt ist, daß ein Oeltropfen durch schnelle Umdrehung um seine Axe die Form des Saturn und seines Ringes annehmen kann.

Von den acht bis jetzt bekannten Monden des Saturn, zeigt Japetus, der äußerste, wie schon im 62ten Briefe erwähnt wurde, die merkwürdige Eigenschaft, daß er immer an einem bestimmten Punkte seiner Bahn um den Planeten selbst für die stärkeren Fernröhre verschwindet. Dieser Umstand scheint zu beweisen, daß dieser Mond von einer Seite sehr wenig Licht reflectirt, und daß diese Seite, nach einem vollen Umgange, auch allemal wieder nach derselben Seite gewendet ist, woraus also folgt, daß bei ihm, wie bei unserem Mond, Rotation um die Axe und Umlauf um den Planeten genau zusammenfallen, Eine Periode haben; und diese Eigenschaft scheint überhaupt allen Monden unseres Planetensystemes eigen zu sein.

Zweiundsiebenzigster Brief.

Uranus und seine Monde.

„Uranus", sagt Herschel der Sohn, „ist von 4, wahrscheinlich von 5 oder 6 Satelliten umgeben." Es bieten dieselben eine große, bisher noch nirgends im Sonnensysteme aufgefundene Eigenthümlichkeit dar: die nämlich, daß, wenn alle Satelliten (der Erde, des Jupiter, des Saturn), wie auch alle Hauptplaneten sich von West nach Ost bewegen und, einige Asteroiden abgerechnet, nicht viel gegen die Ekliptik geneigt sind, die fast ganz kreisförmige Bahn der Uranustrabanten unter einem Winkel von 78° 58′, also nahe senkrecht, auf der Ekliptik steht und die Trabanten selbst sich von Ost nach West bewegen."

Kosmos S. 531.

Die Auffindung oder vielmehr Erkennung des Uranus als Planeten zeigt recht deutlich den Unterschied, welcher zwischen den Abständen der Planeten und Fixsterne besteht. Nicht seine eigene Bewegung hat ihn zuerst als Planeten verrathen, sondern nur der Umstand, daß Herschel d. Aelt. durch sein 7füßiges Spiegelteleskop ihn als eine kleine Lichtscheibe sah, während alle Fixsterne, auch bei der stärksten Vergrößerung, nur als Lichtpunkte, ohne erkennbaren Durchmesser, sichtbar werden. Seine, von unserem fernen Standpunkte aus nur sehr langsam erscheinende eigene Bewegung hat man erst später erkannt. Aber diese 348 bis 424 Millionen Meilen von uns entfernte kleine Lichtscheibe ist trotz dieser Ferne noch etwas näher erforscht worden; nicht nur den Durchmesser des Uranus hat man bestimmt und seine Masse berechnet, sondern man hat auch neben ihm nach und nach 6 seine Lichtpünktchen als Trabanten erkannt, deren Bahnen merkwürdiger Weise beinahe einen rechten Winkel mit der Bahnebene des Hauptplaneten bilden und deren Umlauf um denselben in der Richtung von Ost nach West erfolgt, während alle planetarischen Körper und auch alle anderen Monde, die Sonne und ihre Hauptplaneten in entgegengesetzter Richtung umkreisen. Dieser abnorme Fall steht offenbar in innigster Verbindung mit der Lage der Bahnebene der Uranusmonde, d. h. er würde noch abnormer sein, wenn die Bahnebenen nicht so stark gegen die Hauptebene des ganzen Sonnensystems geneigt wären und der Umlauf dennoch in entgegengesetzter Richtung erfolgte. Dann nämlich würde das Entgegengesetzte der Umlaufsrichtung ein noch viel Entschiedeneres sein. Entsprechend dieser ganz

ungewöhnlichen Lage der Mondbahnebenen ist die Neigung der Rotationsaxe des Planeten selbst eine äußerst geringe, sie liegt beinah parallel seiner Bahnebene. Dieser Umstand muß nothwendig einen ganz besonderen Einfluß auf den Wechsel von Tag und Nacht, Sommer und Winter auf dem Uranus haben. Jeder seiner Pole sieht die Sonne während des 84jährigen Umlaufes einmal beinahe senkrecht über sich stehen, der Art, daß sie während jeder Rotation nur einen kleinen Kreis am Zenith beschreibt; dieser Kreis wird dann immer größer und größer, bis nach etwa 20 Erdenjahren die Sonne am Horizont verschwindet, um 40 Erdenjahre lang nicht wieder sichtbar zu werden. In derselben Weise steigt sie hierauf wieder eben so langsam über den Horizont empor. Für die Aequatorialgegenden bleibt die Sonne ebenfalls während zweier kurzen Zeiträume des ganzen Umlaufes Tag und Nacht am Horizont (der Polargegend), während sie dann mehr und mehr sich erhebend, senkrecht über den Aequator hinwegsteigt, der in dieser Periode seines Sommers einen regelmäßigen Wechsel von Tag und Nacht (entsprechend der Rotation) erhält. Die Sonne aber senkt sich dann dem anderen Pole zu, ohne jedoch völlig unterzugehen. So muß sie dem Beobachter am Aequator von Pol zu Pol langsam hin und her zu schwanken scheinen. Tageszeiten und Jahreszeiten fallen daher für viele Gegenden der Uranusoberfläche weit mehr in Eins zusammen, als auf unserer Erde; jeder Pol hat einen über 40 Erdenjahre langen Tag und dann eine eben so lange Nacht. Für uns lichtgewohnte Menschen könnte das sicher kein erfreulicher Zustand genannt werden. Aber die Unannehmlichkeit dürfte auf dem Uranus doch eine etwas geringere sein, als wenn die Erdaxe eine solche Lage, eine so große Neigung gegen die Bahnebene hätte, da in seiner großen Entfernung die Sonnenwirkung überhaupt eine weit geringere ist. Die Lichtstärke der Sonne ist dort nur $^3/_{1000}$ von der Lichtstärke der Sonne auf der Erde; dasselbe Verhältniß dürfte für die Wärmebestrahlung gelten, es sind folglich auch die Unterschiede zwischen Tag und Nacht höchstens $^3/_{1000}$ so stark als bei uns, abgesehen von dem kleinen Einfluß, welches das ebenfalls viel schwächer reflectirte Licht der Trabanten ausüben muß, deren Phasenwechsel gleichfalls ein ganz anderer ist, als der unseres Mondes.

Sie sehen wohl, daß so gänzlich andere Beleuchtungs- und Erwärmungszustände allein schon eine völlig andere Lebenswelt auf dem Uranus bedingen müßten, ganz abgesehen von der viel geringeren Dichtigkeit des Planeten, die nur ungefähr der unseres Wassers gleich ist, und abgesehen von den übrigen Zuständen, die wir gar nicht kennen, und über die zu urtheilen deshalb voreilig sein würde.

Dreiundsiebenzigster Brief.

Neptun und seine Monde.

„Das Verdienst, eine umgekehrte Störungsaufgabe (die: „aus den gegebenen Störungen eines bekannten Planeten die Elemente des unbekannten störenden herzuleiten") erfolgreich bearbeitet und veröffentlicht, ja durch eine kühne Vorherverkündigung die große Entdeckung des Neptun von Galle am 23. Sept. 1846 veranlaßt zu haben; gehört der scharfsinnigen Combinationsgabe, der ausdauernden Arbeitsamkeit von Le Verrier. Es ist, wie Enke sich ausdrückt, die glänzendste unter allen Planeten-Entdeckungen, weil rein theoretische Untersuchungen die Existenz und den Ort des neuen Planeten haben voraussagen lassen." Kosmos S. 532.

Das Interessanteste, was sich vom Neptun berichten läßt, ist die Geschichte seiner Entdeckung, die, wie Sie wissen, zuerst nicht durch Beobachtung, sondern durch Rechnung erfolgte. Aus den Störungen der Uranusbahn berechnete Le Verrier die Existenz, die Stellung und selbst die Masse des Neptun, bevor er noch auf seine Veranlassung durch Galle gefunden wurde. Gewiß, das ist ein hoher Triumph menschlichen Scharfsinnes, und Sie mögen mir gestatten, diese merkwürdige Entdeckungsgeschichte etwas ausführlicher mitzutheilen.

Schon zu Ende des vorigen Jahrhunderts ist mehrfach die Frage gestellt worden, ob der damals von Herschel entdeckte Uranus nun auch wirklich der äußerste Planet unseres Sonnensystems sei. J. Jacobi's Taschenbuch für 1802 enthält sogar eine Stelle, in welcher ohne Weiteres ein noch nicht entdeckter Planet jenseit des Uranus angenommen und mit dem Namen Ophion belegt wird. Auch glaubte Cacciatore im Mai 1835 einmal einen transuranischen Planeten wirklich entdeckt zu haben, was sich indessen bald als irrig erwies.

Die nächste Veranlassung zur wirklichen Entdeckung des Neptun gab eine Preisfrage der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften, gestellt im Jahre 1844. Die Tafeln, welche Conti und Delambre für den Uranus entworfen, und welche sich bis zum Jahre 1811 als richtig bewährt hatten, stimmten nämlich von diesem Jahre an gar nicht mehr recht mit dem wirklichen Orte des Planeten überein, und obwohl Bouvard sie 1821 verbesserte, so wichen doch auch diese verbesserten sehr bald wieder von der Wirklichkeit ab. Die Göttinger Gesellschaft setzte deshalb einen Preis von 50 Ducaten für neue und richtige Uranustafeln aus. Le Verrier, ein ausgezeichneter Mathematiker, machte sich an die Lösung dieser Aufgabe. Nachdem er seine theoretischen Studien der Uranusbewegungen begonnen hatte, legte er schon am 10. November 1844 der Pariser Akademie der Wissenschaften einige Resultate vor, aus denen sich zunächst nur ergab, daß bei den bisherigen Berechnungen dieser Tafeln mancherlei unberücksichtigt gelassen sei. Später aber fand er, daß, selbst wenn man alle bekannten Umstände berücksichtige, die Theorie dennoch nicht mit der Beobachtung in Einklang zu bringen sei. Die unerklärbare Differenz betrug 1831 bis 140 Secunden. Im Juni 1846 theilte dies Le Verrier der Akademie mit und bemerkte zugleich, daß er daraus auf das Bestimmteste auf das Vorhandensein eines transuranischen Planeten schließen müsse. Er ward nun in dieser Voraussetzung immer kühner und wagte die heliocentrische Länge des vermutheten Planeten für den 1. Januar 1847 zu 325° zu bestimmen; ebenso berechnete er die große Axe seiner Bahn als doppelt so groß wie die der Uranusbahn. Am 31. August 1846 legte er der Pariser Akademie der Wissenschaften folgende Elemente des zur Zeit nur durch Rechnung aus seinen Wirkungen gefundenen Planeten vor, welche sich zu den später durch Beobachtung gefundenen so verhalten:

	Durch Rechnung.	Durch Beobachtung.
Halbe große Axe	$747\frac{1}{4}$ Mill. Meil.	$621\frac{1}{5}$ Mill. Meil.
Excentricität der Bahn	$2\frac{1}{5}$ " "	5 " "
Umlaufszeit	$217\frac{2}{5}$ Jahr.	164 J. 226 Tage.
Masse	$\frac{1}{9322}$	$\frac{1}{14446}$ der Sonne.
Länge des Perihels	$284\frac{3}{4}$°	

Zeit der Opposition (durch Rechnung): 19. August 1846.
Mittlere Länge am 1. Januar 1847 (d. R.): 318° 47′.

Aus diesen letzteren Resultaten ließ sich nun der Ort bestimmen, den der Planet zu irgend einer Zeit einnimmt; er theilte dieselben an Schumacher in Altona und an Galle in Berlin mit. Letzterer erhielt den Brief am 23. September 1846, und noch am Abend desselben Tages fand er bei Vergleichung des Himmels mit dem eben erst fertig gewordenen entsprechenden Theil von Bremikers Sternkarte, ganz nahe der Stelle, welche Le Verrier bezeichnet hatte, den neuen Planeten, als einen Stern 8. Größe, der auf der Karte nicht verzeichnet war.

Die Beobachtung wurde natürlich am Abend darauf wiederholt und es ergab sich, daß der neue Stern in 24 Stunden um 1′ 22″ weiter gerückt war, also eine sehr merkbare, ihn von allen Fixsternen unterscheidende eigene Bewegung besaß. Am 25. September, bei sehr heiterem Himmel, erkannten Enke und Galle durch einen Refractor von 320maliger Vergrößerung auch deutlich eine Scheibe von 2⁴/₅ Secunden scheinbarem Durchmesser, d. i. etwas kleiner, als Le Verrier dieselbe vermuthet hatte. Dieser hatte nach seinen Berechnungen den Planeten für etwas massenhafter und größer gehalten. Die Entdeckung des neuen Planeten war somit vollständig bestätigt.

Daß hierdurch die früheren Fehler in den Tafeln für Uranus nun bis auf ein Minimum reducirt wurden, ist leicht bebegreiflich, da eben diese Fehler die Ursache der Entdeckung geworden waren. Allerdings hatten schon mehrere Jahre vor Le Verrier auch andere Astronomen, z. B. Hussey, Alexis Bouvard und Bessel geglaubt, daß ein transuranischer Planet die Ursache dieser Fehler sein möge, während Andere dieselben im Widerstand des Aethers, in einem Uranusmonde, oder in einem Kometen suchten; aber jene haben nie eine eigentliche Berechnung deshalb ausgeführt. Näher noch als sie, war der Sache Adams in Cambridge gekommen. Schon 1843 hatte sich derselbe mit Berechnungen über diesen Gegenstand beschäftigt, und sogar im September 1845 die Elemente eines durch Rechnung gefundenen Planeten an Challis und Airy übersendet, aber weder diese noch er selbst waren bei ihren Nachforschungen am Himmel so glücklich, den Stern zu finden. Es ist

sogar der Neptun bereits am 30. Juli 1846 zu Cambridge bei einer Aufnahme der Sterne der entsprechenden Himmelsgegend wirklich mit verzeichnet worden, aber ohne ihn als Planeten zu erkennen, und ebenso hat man am 4ten und 12ten August denselben Stern dort unbekannter Weise und ohne seine Translocation oder Scheibe zu bemerken, wieder beobachtet. Sie mögen daraus entnehmen, wie wichtig es für Galle war, gerade zu der Zeit, als er nach dem neuen Planeten suchte, eine sehr vollständige und richtige Karte dieses Himmelstheiles zur Vergleichung zu haben; ohne diese würde die Entdeckung durch Beobachtung vielleicht noch lange verzögert worden sein. Adams hat in der That gleichzeitig mit Le Verrier dasselbe Ziel verfolgt, und im Wesentlichen das nämliche Ergebniß sogar noch etwas früher erhalten; aber Le Verrier ist dabei nicht nur gründlicher und systematischer zu Werke gegangen, sondern er war auch seiner Sache viel sicherer und trat damit zuerst öffentlich hervor. Man hat darum selbst in England Le Verrier's Verdienst allgemein anerkannt, ohne indessen das Adams zu schmälern.

Nachdem so der für unsere Kenntniß äußerste Planet gefunden, drängt sich leicht die Frage auf, ist das nun auch wirklich der äußerste, oder ist begründete Hoffnung vorhanden, daß noch mehrere jenseit desselben entdeckt werden? Der erste Theil dieser Frage ist seiner Natur nach gar nicht mit ja oder nein beantwortbar. Ein bestimmter Grund, welcher veranlassen könnte, unser Planetensystem mit dem Neptun nach außen für abgeschlossen zu halten, ist nicht vorhanden; dieser würde erst dann mit einiger Wahrscheinlichkeit eintreten, wenn der immer größere Abstand von der Sonne für einen nächstfolgenden Planeten die Gravitationswirkung der benachbarten Fixsterne zu mächtig und störend erscheinen ließe. Diese Grenze des möglichen Maximums der Ausdehnung eines selbstständigen Systems ist aber lange noch nicht erreicht, wie Ihnen das vielleicht aus dem 47ten Briefe deutlich geworden sein dürfte. Wollte man dagegen etwa die zu geringe Licht- und Wärmebestrahlung, welche einem noch ferneren Planeten von der Sonne aus zugehen würde, als Grund gegen die Existenz eines solchen geltend machen, so ist zu bemerken, daß diese Unterschiede nur relativer

Natur sind. Derselbe Grund hätte auch schon gegen die Existenz des Neptun geltend gemacht werden können, denn seine Beleuchtung durch die Sonne ist nur 1/1000 so stark als die der Erde, also so schwach, daß es unsere menschlichen Begriffe von Zweckmäßigkeit weit überschreitet; aber wir können gar nicht wissen, welche Zustände auf einem so fernen Weltkörper bestehen, und wodurch etwa der Mangel an Sonnenlicht und Sonnenwärme ausgeglichen oder dieselben unnöthig werden. Es kann daher auch dieser Umstand gar kein Grund gegen die Existenz, wohl aber gegen die Sichtbarkeit noch entfernterer Planeten sein. Um bei viel geringerer Beleuchtung für unsere besten Fernröhre noch sichtbar zu sein, müßte ein solcher Planet wenigstens sehr groß, etwa so groß als Jupiter sein; überhaupt aber ist es wahrscheinlich, daß man seine Existenz zunächst und vielleicht überhaupt nur theoretisch entdecken würde, wie Le Verrier die des Neptun entdeckt hat, durch Störungen der Bahn des Neptun. Dazu müßte aber zunächst die letztere weit genauer bekannt sein, als sie es bis jetzt ist, und man kann deshalb mit großer Wahrscheinlichkeit behaupten, daß mindestens eine lange Reihe von Jahren vergehen muß, ehe ein transneptunischer Planet entdeckt wird. Findet man einen solchen einst theoretisch, so fragt es sich noch, ob man ihn überhaupt sehen, oder durch Scheibenform und eigene Bewegung deutlich als Planeten erkennen wird. Für die Beobachtung haben wir deshalb unser Sonnensystem nach außen auf lange Zeit als abgeschlossen zu betrachten. Die Entdeckungen in diesem Gebiet werden sich zunächst mehr auf den inneren Ausbau zu beschränken haben, wo wir sie denn auch durch die Auffindung immer mehrerer kleiner Planeten zwischen Mars und Jupiter rüstig vorschreiten sehen.

Vierundsiebenzigster Brief.

Die Kometen.

„Die Kometen, welche Xenokrates und Theon der Alexandriner Lichtgewölke nennen, die nach überkommenem alten chaldäischen Glauben Apollonius der Myndier „aus großer Ferne auf langer (geregelter) Bahn periodisch aufsteigen" läßt, bilden im Sonnengebiet, der Anziehung des Centralkörpers unterworfen, doch eine eigene, abgesonderte Gruppe von Weltkörpern."

Kosmos S. 557.

Unter allen Himmelskörpern zeigen die Kometen sich nach ihrer Bahngestalt und Erscheinungsform am mannichfaltigsten. Ihre Bahn bildet zwar, wie die jedes anderen Körpers in unserem Sonnensystem, eine Ellipse um den in einem der Brennpunkte stehenden Centralkörper (hier die Sonne), aber die Verschiedenheiten der Excentricität dieser Bahnen sind bei den einzelnen Kometen ganz außerordentlich groß. Während die Bahnen aller Planeten und Monde nicht sehr merklich von der Kreisform abweichen, finden wir bei den Kometen eine Uebergangsreihe von beinah planetarischer Bahngestalt bis zu Ellipsen, deren große Axe um ein sehr Vielfaches größer ist als die kleine. Dazu ist die Neigung dieser Bahnen gegen die Ebene der Erdbahn, oder gegen die mittlere Ebene der Planetenbahnen eine sehr verschiedene bis zum rechten Winkel, und die Richtung ihres Umlaufes ist zuweilen der aller anderen Körper des Sonnensystems entgegengesetzt. Durch die Wege, auf welchen sie wandeln, zeigen sie sich somit emancipirt von den allgemeinen Regeln, welche übrigens in unserem Sonnensystem die herrschenden sind.

Die Kometen selbst zeigen zwar in der Regel einen helleren, nicht scharf umgrenzten Kern, oft umgeben von einer ebenfalls nicht scharf umgrenzten matteren Nebelhülle, aber die Verschiedenheit ihrer Erscheinungsform wird dadurch so besonders groß, daß sie theils geschweift theils ungeschweift sind, und in diesen Schweifen, sowie in anderen Lichtausstrahlungen wieder eine sehr große Mannichfaltigkeit der Größe und Form, nicht nur an den verschiedenen Individuen, sondern an einem und demselben Individuum in ungleichen Perioden wahrnehmen lassen.

Hierdurch und mehr noch durch das Abenteuerliche ihrer Gestalt, mit der sie zuweilen, aber für das unbewaffnete Auge verhältnißmäßig selten, am Himmel sich zeigen, haben sie von jeher die Aufmerksamkeit der Welt auf sich gelenkt.

Was für einen wunderbaren Eindruck mußte es machen, wenn der Schweif des Kometen von 1680 sich über 104 Grad, also über das ganze sichtbare Himmelsgewölbe, ausbreitete, wenn die Schweifsterne von 1402, 1532, 1843, und der, welchen im Jahre 43 v. Chr., römische Dichter für die aufschwebende Seele Cäsars erklärten, selbst bei Tage sichtbar waren, oder wenn bei einer totalen Sonnenfinsterniß, wie Seneca berichtet (62 v. Chr.), plötzlich ganz in seiner Sonnennähe ein Komet sichtbar ward, der wegen der Lage seiner Bahn außerdem stets unsichtbar bleibt?

Der dem Aberglauben zugängliche kindliche Sinn der Völker sah in den Kometen stets Verkündiger merkwürdiger Ereignisse, großer, gewöhnlich blutiger Begebenheiten, unter den kleinen Bewohnern der Erde, die so gern glauben, daß der ganze Himmel mit allen seinen Welten nur zu ihrem Besten geschaffen sei, und nur in ihrem Interesse ungewöhnliche Veränderungen zeigen könne. — Die Kometen galten demgemäß für Zornesruthen Gottes, für blutige Schwerter, Zauberruthen oder Geißeln, welche etwa einen Ueberfall christlicher Völker durch Saracenen, eine Pest oder eine Hungersnoth vorher verkündeten. Und immer wieder hielt jedes einzelne Volk gerade sich für das auserwählte und bezog auf sich, was alle Völker der Erde zugleich am Himmel sehen konnten. Das ist ja ganz menschlich; finden wir doch oft genug auch den Einzelnen in solchem Wahn befangen, so vorzugsweise mit sich beschäftigt, daß er sich allein für einen bevorzugten Gegenstand göttlicher Fürsorge hält und seinem Gotte dankt für das glückliche Ueberstehen von Ereignissen, die Tausenden seiner Mitmenschen schwere Leiden brachten. Wer möchte das Gefühl der Ehrfurcht und des innigsten Dankes tadeln, von welchem das menschliche Gemüth in irgend einem Momente ergriffen wird; nur wenn sein Ausdruck den Beigeschmack der Selbstüberschätzung zeigt, können wir selbst durch ein so edles Gefühl an menschlichen Egoismus erinnert werden.

Ihre wunderbare Erscheinung macht es sehr erklärlich, daß wir aus allen Zeiten, aus welchen überhaupt geschichtliche Nachrichten zu uns gelangt sind, auch Nachrichten von erschienenen Kometen besitzen. Aber diese Nachrichten sind, wie Bessel sich ausdrückt, so wenig astronomisch genügend, daß man oft nicht einmal daraus ersehen kann, ob wirklich von einem Kometen, oder von einem Nordlichte, oder von einem vorüberziehenden Meteore die Rede ist. Es fehlt in der Regel gänzlich an Angaben über die Punkte der Himmelskugel, durch welche ein Komet seinen Weg nahm, und aus hunderten dieser alten Berichte läßt sich darum nicht der geringste Nutzen ziehen.

Das Jahr 1472 brachte, wie so viele vorhergehende, wieder einen Kometen, weckte aber gleichzeitig auch zuerst den Entschluß eines tüchtigen Astronomen, ihn nach den damaligen Regeln der Sternkunde zu berechnen. Der Mann hieß Müller und stammte aus dem Dorfe Königsbergen in Thüringen, weshalb er sich, nach damaliger Sitte unter den Gelehrten, Regiomontanus nannte. Unter diesem Namen ist er unsterblich geworden, denn er eröffnete die Reihe der Kometenbeobachtungen. Er fand bald Nachahmung, und zu Newton's Zeit lagen bereits von mehr als 20 Kometen genügende Nachrichten zur Verarbeitung vor.

Unterdeß hatte Kepler die allgemeinen Gesetze der Weltkörperbewegung aufgefunden, und durch Newton war gezeigt worden, daß diese Gesetze alle mit Nothwendigkeit aus der allgemeinen Eigenschaft der Körper, ihrer gegenseitigen Anziehung oder Gravitation, folgen. Das Alles war vorher erforderlich, um Edmund Halley in den Stand zu setzen, im Jahre 1705 der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften in London ein Verzeichniß der Bahnbestimmungsstücke von 24 bis dahin astronomisch beobachteten Kometen vorzulegen. Dieses Verzeichniß bildet den Anfang und zwar sogleich einen sehr bedeutenden, der Kometen-Astronomie.

Um die Bahn eines Himmelskörpers zu bestimmen, so daß sie von der eines jeden anderen unterschieden und überhaupt berechnet werden kann, ist Folgendes nöthig: erstens die Figur der Bahn, d. h. die beiden Durchmesser der Ellipse; zweitens die Lage ihrer Ebene im Raume, indem man dabei in der Regel die

Erdbahnebene als Normalebene betrachtet, und für alle anderen Bahnen den Winkel und die Durchschnittslinie bestimmt, die sie mit dieser Ebene bilden; drittens die Richtung der großen Axe der Bahn; — viertens muß man auch noch die Zeit kennen, zu welcher sich der Himmelskörper in seiner Bahn der Sonne am nächsten befunden hat.

Die erste dieser Bestimmungen konnte Halley's Verzeichniß noch nicht vollständig und mit hinreichender Genauigkeit enthalten. Sie ist nämlich für die Kometenbahnen weit schwieriger als für die Planetenbahnen, weil jene in der Regel sehr lang gezogene Ellipsen sind, von denen sich oft nur ein kleiner Theil während der Sonnennähe des Kometen beobachten läßt; dieser kleine Theil ist aber noch dazu derjenige, in welchem sich alle langen Ellipsen am ähnlichsten sehen, und zu dessen hinreichend scharfer Bestimmung deshalb die damaligen Beobachtungen noch nicht ausreichten. — Dieser Umstand machte es unmöglich, aus der Bahngestalt die Ausdehnung derselben, nach der von der Sonne entfernten Seite, und folglich die Umlaufszeit oder Wiederkehr zu bestimmen. Glücklicherweise ergab sich aber aus dem Verzeichniß ein Umstand, welcher diesen Mangel in einem Falle ersetzte. Es enthielt dasselbe nämlich die Angaben für drei Kometen, deren Sonnennähe am 4. September 1531, am 26. October 1607 und am 14. September 1682 eingetreten war, also immer 75 bis 76 Jahre auseinander liegend. Da nun auch die übrigen Elemente dieser drei Kometenbahnen eine sehr große Uebereinstimmung zeigten, so war es im höchsten Grade wahrscheinlich, daß alle drei Erscheinungen einem Kometen von ungefähr 75jährigem Umlauf angehörten. Die Differenz von 15 Monaten ergab sich, bei Berücksichtigung aller Umstände, als eine nothwendige Folge von Störungen durch Planeten, und es gelang Halley unter Berücksichtigung dieser Umstände, die Wiederkehr des Kometen für das Jahr 1759 voraus zu verkünden. Der Komet kam wirklich in dem bestimmten Jahre und mit vollem Recht hat man ihn deshalb den Halley'schen Kometen genannt. Es war der erste, der sich berechnen ließ, und Sie selbst werden ihn vielleicht bei seiner zweiten voraus bestimmten Wiederkehr im Herbst 1835 gesehen haben. Dieser Komet ist aber nicht nur dadurch, sondern auch durch die übrigen

Erscheinungen, die man an ihm beobachtet hat, in so hohem Grade wichtig und interessant geworden, daß Sie mir erlauben mögen, Sie noch länger von ihm zu unterhalten, um daran, wie an einem Beispiel, einige Eigenthümlichkeiten dieser ganzen Klasse von Weltkörpern zu erläutern, deren Natur troß vielfacher Bemühungen der Astronomen immer noch in großes Dunkel gehüllt ist. Ich werde dabei vorzugsweise einer ausgezeichneten Abhandlung des berühmten Königsberger Astronomen Bessel über diesen Gegenstand folgen, der nicht nur selbst die wichtigsten Beobachtungen über diesen Kometen angestellt hat, sondern der es auch, wie Wenige, verstand, so schwierige Probleme dem größern Publikum zugänglich zu machen. Während Halley die Wiederkehr seines Kometen zunächst nur aus den vorhergehenden Erfahrungen bestimmte, so wurde diese schon damals für das Jahr 1759 durch Clairaut und Lalande mit Berücksichtigung derjenigen Störungen genauer berechnet, welche der Komet auf seinem Wege innerhalb des Sonnensystems durch die Planeten zu erleiden hatte, wobei aber natürlich auf den Uranus und Neptun noch keine Rücksicht genommen werden konnte, da diese damals unbekannt waren. Weit schärfer war die Berechnung durch Vervollkommnung der Methode für die Wiederkehr im Jahre 1835 möglich. Diese wurde durch vier Astronomen ausgeführt, nämlich durch Damoiseau, Pontécoulant, Rosenberger und Lehmann, am gelungensten durch die letzteren beiden. Das Resultat hat die Rechnungen hinreichend bestätigt. Der Komet ist nur vier Tage später in seine Sonnennähe gelangt, als sie ergaben. Indessen ist doch immer noch Etwas vorhanden, was solche Vorausbestimmungen bei Kometen unsicher macht. Diese noch problematische Ursache hat sich namentlich an einem anderen Kometen von nur 3½ jähriger Umlaufszeit wirksam gezeigt, welcher bei jedem Umlauf etwas früher in die Sonnennähe gelangt ist, als er erwartet wurde. Es kann das keine Folge der Planetenanziehungen sein, da diese alle (so weit sie bekannt) in Rechnung gebracht worden sind. Diese Beschleunigung der Bewegung, welche indessen gerade beim Halleyschen Kometen nicht beobachtet worden ist, muß vielmehr von einer besonderen Ursache herrühren, welche auf die übrigen Bewegungen im Planetensystem nicht wirkt, da sie keine Spur ei-

ner solchen Beschleunigung zeigen. Es lassen sich zwei Ursachen denken, welche eine ähnliche Folge haben müßten. Nämlich erstens die nicht vollkommene Leerheit des Weltraumes, d. h. die Anwesenheit eines einen sehr kleinen Widerstand leistenden sogenannten Aethers, und zweitens die Ausstrahlung des Schweifes. Wie ich Ihnen im 13ten Briefe mittheilte, hat man in der That diese Beschleunigung des Kometen von 3⅓jähriger Umlaufszeit als einen der Beweise für die Anwesenheit eines höchst feinen Stoffes im Weltraum angesehen, der nur eben von so geringer Dichtigkeit sei, daß er auf die Bewegung der viel massenhafteren Planeten keinen merkbaren Einfluß äußern könne. Jedenfalls müßte eine solche Ursache, wenn sie vorhanden ist, eine Beschleunigung der Bewegung hervorbringen, weil sie den Effect der centralen Anziehung im Vergleich zur translatorischen (oder tangentialen) Bewegung vergrößern würde. Die andere der beiden möglichen Ursachen, die Ausstrahlung des Schweifes, würde aber in der Art wie die Ausstrahlung einer Rakete, oder wie der Ausfluß aus einer Turbine wirken, da keine Kraftwirkung nach einer Seite hin denkbar ist, die nicht zugleich in dem Körper eine Gegenwirkung nach der anderen Seite hin bedingt. Auch dadurch würde daher bei den Kometen, die in einem Schweife nach hinten ausstrahlen, eine Beschleunigung hervorgebracht werden. Welche von beiden Ursachen aber die wirklich vorhandene ist, oder ob beide zugleich vorhanden sind, weiß man bis jetzt nicht, noch weniger läßt sich die Stärke ihrer Wirkung angeben. Der Halley'sche Komet hat hierüber bei seiner Wiederkehr im Jahre 1835 um so weniger Aufschluß gegeben, da er im Gegentheil nach der Rechnung etwas zu spät kam. Aber daraus läßt sich wieder gar nicht schließen, daß er überhaupt nicht der Wirkung einer solchen Ursache unterworfen sei, da dieselbe durch manche noch unbekannte Umstände im besonderen Falle aufgehoben oder gar überwogen werden kann. Wir brauchen uns nur daran zu erinnern, daß zur Zeit seiner Berechnung der Neptun noch nicht bekannt war, daß jenseit des Neptun noch andere große Planeten vorhanden sein können, und daß gerade dieser Komet nicht nur einen Schweif nach hinten, sondern auch eine Ausströmung nach vorn gezeigt hat, die wir sogleich näher betrachten wollen.

Sie werden aus diesen wenigen Andeutungen mindestens erkannt haben, wie außerordentlich schwierig die genaue Berechnung eines Kometen ist, da sogar noch unbekannte Umstände dabei zu berücksichtigen sind. — Sie werden aber auch zugeben, daß, bei solchen Schwierigkeiten der Rechnung, die Differenz von vier Tagen für einen Umlauf von mehr als 75 Jahren, sehr gering zu nennen ist.

Ich wende mich nun also den Erscheinungsformen des Halleyschen Kometen während seiner Sonnennähe im Jahre 1835 zu. Zuerst wurde er schon am fünften August von Dumouchel in Rom gesehen, er erschien damals noch außerordentlich blaß und konnte eine Zeit lang wegen eintretenden Mondscheins gar nicht mehr beobachtet werden. Als der Mondschein vorüber war, sah man ihn überall. Er bildete einen blassen Nebelfleck, dessen Mitte sich jedoch durch stärkere Zusammenballung des Nebels auszeichnete. Durch Näherung gegen Sonne und Erde ward er immer größer und heller, ohne jedoch bis zum ersten October besondere Erscheinungen der Form wahrnehmen zu lassen. Nun aber, vom zweiten October an, beginnt eine Reihenfolge der interessantesten Erscheinungen und Gestaltänderungen, welche Bessel mit folgenden Worten beschreibt: „Der erste Anblick des Kometen an diesem Tage war überraschend: sein Mittelpunkt erschien so hellglänzend, daß es schien, als leuchte ein Fixstern der sechsten Größe durch ihn hindurch: so sah der Komet mit der schwächsten Vergrößerung des sehr lichtstarken Fernrohrs des großen Königsberger Heliometers aus; wenn man aber eine hundertmalige oder noch stärkere Vergrößerung des Fernrohrs anwandte, so bemerkte man, daß der Unterschied des heutigen Aussehens von dem früheren nur von einer Vermehrung der Helligkeit des Mittelpunktes des Nebels herrührte, nicht von einer Veränderung seiner Beschaffenheit. Nach wie vor sah man denselben als eine Masse von unbestimmter Begrenzung. Dieses blieb sein Anblick während der ganzen Dauer der Erscheinung; man sah nie einen festen Kern, welcher den Körpern der Planeten auch nur einigermaßen ähnlich erschienen wäre. Dennoch werde ich die Masse im Mittelpunkte, von welcher der Nebel und die übrigen Eigenthümlichkeiten, welche ich nach und nach beschreiben werde, ausgingen, in der Folge den Kern des Kometen nennen.

Die beträchtliche Zunahme der Helligkeit dieses Kerns war nicht das einzige Bemerkenswerthe, was er am 2. October zeigte; von ihm aus ging eine sichtbare Ausströmung von Lichtmaterie, welche an ihrem Anfange, in der Nähe des Kerns, eine beträchtliche Helligkeit besaß, und, sowie sie sich von ihm entfernte, schwächer wurde, doch aber bis auf eine Entfernung von 12 bis 15 Secunden von dem Nebelgrunde unterschieden werden konnte, auf welchem sie lag. Diese Ausströmung ging in der Form eines ausgebreiteten Fächers aus dem Kerne hervor; die Richtung ihrer Mittellinie ging ziemlich nahe auf die Sonne zu. Um das Verhältniß der Größe dieser Ausströmung zu der Größe des Kerns einigermaßen anzugeben, führe ich an, daß ein zur Zeit der größten Nähe des Kometen gemachter Versuch, die Ausdehnung des sogenannten Kerns zu messen, zwar nicht zu einer bestimmten Angabe einer Größe führen konnte, welche, der gegebenen Beschreibung derselben zufolge, nicht bestimmt begrenzt war; daß er aber zu der Ueberzeugung führte, daß das Ansehen des Kerns, schon in der Entfernung eines Dreißigstels des Erdhalbmessers von seinem Mittelpunkte, so verwaschen war, daß man seine Größe nicht diese Grenze überschreitend annehmen kann. Die Entfernung, bis zu welcher ich die Ausströmung am 2. October verfolgen konnte, betrug dagegen $^3/_4$ Erdhalbmesser. Sie war also mehr als 20 mal so groß als der Halbmesser des Kerns. Der den Kern umgebende Nebel erstreckte sich weit über die Ausströmung hinaus; 12 bis 15 mal weiter als sie selbst. Von einem Schweife, welcher etwa die entgegengesetzte Richtung der Ausströmung hätte haben müssen, konnte ich am 2. October, vielleicht des Mondscheins wegen, nichts bemerken."

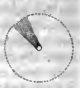


Zu diesem und den folgenden fünf Holzschnitten muß ich bemerken, daß der innere kleine Kreis: den Kern, der äußere punktirte: die Nebelhülle des Kometen darstellen soll. Die Lichtausstrahlungen konnten nur durch punktirte Linien ausgedrückt werden.

„Die nächste, gehörig heitere Nacht war am 8. October. Die Ausströmung des Kometen hatte sich in ihrer Länge ausgedehnt, aber in der Breite vermindert. Das Bild eines, weni-

ger als am 2. ausgebreiteten Fächers, paßte nicht mehr ganz, indem sich an der rechten Seite eine Krümmung eingefunden hatte. Ihre Richtung war stärker als am 2. October gegen die Richtung nach der Sonne geneigt: man sah also, daß die Ausströmung nicht immer in der Richtung der Sonne vor sich ging, und es konnte keinen Augenblick zweifelhaft bleiben, daß diese eine Aufschlüsse verbreitende Erscheinung war, deren nähere Erkenntniß jedoch von ferneren Beobachtungen erwartet werden mußte.

Die Nacht des 12. October gab Gelegenheit, den Kometen lange zu verfolgen, denn sie war von dem Untergange bis zum Wiederaufgange der Sonne heiter. Die Ausströmung war noch länger und schmäler geworden, als am 8ten, wieder auf der rechten Seite gekrümmt. Sie gab dem Kometenkerne das Aussehen einer brennenden Rakete, deren Ausströmung, durch Zugwind, rechts abgelenkt wird. In dieser Nacht trat eine Bewegung des ausströmenden Lichtkegels höchst auffallend hervor: am Anfange war seine Richtung 19° links von der Richtung der Sonne, ihre Neigung wuchs aber von Stunde zu Stunde und betrug, gegen 3 Uhr Morgens, 55 Grad.



Am nächsten Abende zeigte sich eine unerwartete Erscheinung; die Ausströmung war verschwunden, und statt ihrer sah man eine große Masse ausgeströmter Lichtmaterie links von dem Kerne des Kometen, in einer noch etwas größeren Neigung gegen die Richtung der Sonne, als die, bis zu welcher die Ausströmung sich gestern bewegt hatte. Man sah also, daß sie, doch nach dem Schlusse der gestrigen Beobachtungen, ihre Bewegung nach der linken Seite fortgesetzt hatte, allein, daß ihr hier die Kraft, sich in Thätigkeit zu erhalten, geschwunden war. Man kann nicht zweifeln, daß die Ausströmung aus einer Wirkung der Sonne auf den Kometen entstehe; wenn aber dieses ist, so ist auch zu erwarten, sie in voller Thätigkeit zu sehen, wenn sie sich in der Richtung ihrer Ursache befindet; dagegen in geringerer oder ganz aufhörender Thätigkeit, wenn sie sich von dieser Richtung beträchtlich entfernt und also weniger kräftig von ihrer Ursache unterstützt wird. — Gegen 8 Uhr be-

deckte sich der Himmel mit Wolken, welche verhinderten, den weiteren Verlauf der Erscheinung zu verfolgen.

Am 14. heiterte er sich eine Viertelstunde lang auf; die Ausströmung war nicht nur wieder erschienen, sondern war prachtvoller als am 12. Sie hatte sich von der linken Seite, wo wir sie am 12. verlassen haben, und wo wir am 13. ihre deutlichen Spuren sahen, nach der rechten zurückbewegt und befand sich sehr nahe in der Richtung der Sonne. Ich konnte sie noch in 45 Secunden Entfernung von dem Mittelpunkte des Kerns unterscheiden, woraus die Höhe, bis zu welcher sie reichte, etwa gleich einem Erdhalbmesser folgt. Am 15. hatte die Ausströmung ihre Bewegung nach der rechten Seite fortgesetzt und hatte die Richtung, welche man den vorigen Beobachtungen zufolge erwarten konnte. Sie war, in beträchtlicher Neigung gegen die Richtung der Sonne, ohne die gestrige Lebhaftigkeit und schien wieder im Verschwinden begriffen zu sein. Spätere Beobachtungen der Ausströmung führe ich hier nicht an, da sie nicht an auf einander folgenden Tagen, sondern immer nur vereinzelt und durch mehrere trübe Tage von einander getrennt, gemacht werden konnten, und deshalb weniger beweisend sind, wenn es sich, wie jetzt, um die Ausmittelung der wahren Bewegung der Ausströmung handelt.

Aus den angeführten Beobachtungen geht die Art der Bewegung der Ausströmung deutlich hervor: am 12. war sie links von der Richtung nach der Sonne und bewegte sich, im Verlaufe dieser Nacht, noch beträchtlich nach der linken Seite; am 13. wurde sie selbst nicht gesehen; aber ihr Product, die ausgeströmte Materie, zeigte, wo sie gewesen war, nämlich auf der linken Seite; am 14. war sie zu der Richtung nach der Sonne, also nach der rechten Seite, zurückgegangen; am 15. endlich hatte sie ihre Bewegung nach der rechten Seite fortgesetzt und befand sich, in beträchtlicher Neigung gegen die Richtung nach der Sonne, auf dieser Seite. Sie hat also eine regelmäßige Bewegung von der Rechten zur Linken, und wieder zurück von der Linken zur Rechten gezeigt. Sie hat ferner große Lebhaftigkeit gezeigt, wenn sie der Richtung nach der Sonne nahe war; geringe dagegen, wenn sie ihr fern war.“ Diese Bewegung der Lichtausströmung von rechts nach links und zurück, welche von

Bessel möglichst genau beobachtet und gemessen worden ist, ließe sich nach ihm auf zweierlei Weise erklären; einmal durch Drehung um eine der Sonne zugekehrte ideale Are, der Art, daß die Ausströmung sich in der Oberfläche eines Kegels um diese Are drehte, dann aber auch durch ein Hin- und Herschwanken in einer Ebene, vergleichbar den Schwingungen eines Pendels, und diese letztere Deutung ist darum die wahrscheinlichere, weil sich die Lichtintensität der Ausströmung allemal dann am stärksten gezeigt hat, wenn sie (wenigstens scheinbar) der Sonne am directesten zugekehrt war. Bei der kegelförmigen Drehung würde aber der Winkel gegen die Sonne immer derselbe bleiben und nur scheinbar für uns sich verändern, man würde dann also in der That keinen Grund einsehen können für den Wechsel der Intensität mit der zufälligen Winkelerscheinung. Die Periode dieser Hin- und Herschwankungen (welche wohl vom Kerne selbst ausgehen und ihm eigenthümlich sein dürften), die Dauer einer Schwingung von rechts nach links, oder von links nach rechts, ist 2 Tage 7 Stunden gewesen, und der größte Winkel der Ablenkung von der directen Linie zwischen Komet und Sonne etwa 60 Grad.

Die Fortsetzung der Beobachtungen zeigte nun aber ferner, daß die Ausströmungen, welche aus einem der Sonne zugekehrten Theile der Oberfläche des Kometenkerns ausgingen, sich nach beiden Seiten krümmten, der Art, daß Theilchen, welche am Anfang ihrer Bewegung der Sonne zugingen, bald anfingen sich von ihr abwärts zu bewegen. „Man sah dieses (fährt Bessel fort) ganz unzweideutig am 22. October, an welchem Tage die Ausströmung von einem beträchtlichen Theile der Oberfläche des Kerns ausging und nicht mehr, wie früher, die Figur eines ausgebreiteten Fächers zeigte, sondern einem, nach beiden Seiten herabwallenden Federbusche vergleichbar war und einen wirklich prachtvollen Anblick gewährte.



Indessen besitzen wir Abbildungen eines anderen Kometen, des im Jahre 1744 erschienenen, welcher zu den größten und schönsten gehört, von denen wir Kenntniß haben, und welcher daher die ihm eigenthümlichen Erscheinungen in einem großen Maßstabe und mit der auffallendsten Deutlichkeit zeigte. Diese Abbildungen sind von Heinsius, welcher nicht nur in dem

Besitze eines ausgezeichnet schönen Fernrohrs, sondern auch in dem noch viel schätzbareren Besitze einer Aufmerksamkeit und Genauigkeitsliebe war, welche nichts zu wünschen übrig lassen. Diese vortrefflichen Abbildungen haben desto größeren Werth, da sie, außer den gegenwärtig gemachten, die einzigen ihrer Art sind; welches zum Theil dadurch erklärt werden kann, daß nicht alle Kometen beachtenswerthe Eigenthümlichkeiten zeigen, zum Theil aber auch den Astronomen oder ihren Fernröhren zur Last zu fallen scheint, indem wenigstens nicht wahrscheinlich ist, daß der Halleysche Komet, welcher jetzt solche Eigenthümlichkeiten gezeigt hat, sie nicht auch bei seiner früheren Erscheinung im Jahre 1750 gezeigt haben sollte. —

Diese Zeichnungen von Heinsius vervollständigen und ergänzen das, was ich an dem Halleyschen Kometen beobachtet habe. Diesem Kometen war der von 1744 durchaus ähnlich: beide zeigten sich anfangs ohne sichtbare Ausströmung nach der Sonne; beide fingen darauf an, von einem kleinen Theile der Oberfläche der Sonne zu sichtbar auszuströmen; später vergrößerte sich die ausströmende Fläche: die Ausströmung krümmte sich, auf beiden Seiten, von der Sonne abwärts und ging auf diese Art in den Schweif über. Beide Kometen durchliefen also dieselben Stadien, und wirklich ist meine Abbildung vom 22. October 1835 der Heinsius'schen vom 31. Januar 1744 fast genau gleich. Von hier an aber zeigte der Komet von 1744 den ferneren Verlauf der Erscheinungen ohne Vergleich viel deutlicher als der Halleysche. Der ausströmende Theil der Oberfläche vergrößerte sich im Jahre 1744 fortwährend und dehnte sich nach und nach über die ganze, der Sonne zugewandte Hälfte



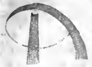
des Kerns aus; die Krümmung der Ausströmung von der Sonne abwärts vermehrte sich und bildete zwei Schenkel eines Schweifes, welche in den schon vorhandenen Schweif übergingen und sich mit diesem von der Sonne abwärts erstreckten. Diese Beschreibung läßt nicht den geringsten Zweifel darüber, daß Theilchen, welche sich anfangs der Sonne zu bewegten, später die Richtung ihrer Bewegung veränderten, und sich von der Sonne entfernten. Diese Theilchen sind entweder in zwei Schenkeln einer krummen Linie aufwärts gegan-

gen, oder sie haben sich auf der Oberfläche desjenigen körperlichen Raumes bewegt, welcher durch Drehung dieser krummen Linie um ihre Are entsteht. Beide Fälle können durch die unmittelbare Beobachtung nicht unterschieden werden; beide sind aber auch gleichgültig für die Folgerungen, welche ich daraus ziehen werde.

Diese Erscheinung, nämlich daß Theilchen, welche von allen Punkten der der Sonne zugewandten Hälfte des Kerns, also in allen Winkeln mit der Richtung der Sonne, bis zu dem rechten Winkel hin, ausströmten, später sämmtlich in einer und derselben krummen Linie aufwärts gestiegen sind, diese Erscheinung, sage ich, ist sehr merkwürdig, indem sie auf eine besondere Eigenschaft der Bewegung der Theilchen deutet. Man sieht leicht, auch ohne alle Rechnung, ein, daß Theilchen, welche in verschiedenen Richtungen, aber mit gleichen Geschwindigkeiten, aus der Wirkungssphäre des Kometen ausgehen, sehr verschiedene Bahnen beschreiben müssen: die, welche sich, bei ihrem Ausgange, in kleinen Winkeln mit der Richtung nach der Sonne bewegen, müssen dieser Richtung näher bleiben; die in größeren Winkeln ausgehenden müssen sich von ihr mehr entfernen; die ganze Masse der sich mit gleichen Geschwindigkeiten, aber in verschiedenen Richtungen, von dem Kometen entfernenden Theilchen muß sich also über einen großen Raum verbreiten und kann nicht dem Zuge einer krummen Linie folgen. Dieses letztere ist aber wirklich geschehen. Es folgt daraus, daß wenigstens eine der beiden Annahmen, welche zu dem entgegengesetzten Resultate führen, der Natur nicht entspricht. Eine derselben, nämlich das Ausgehen der Theilchen in verschiedenen Richtungen, ist durch den Anblick der Heinsiusschen Zeichnungen unmittelbar erwiesen; die andere, nämlich die Gleichheit der Geschwindigkeiten in den verschiedenen Richtungen, ist also die unrichtige. Es wird aus der beobachteten Figur des aufsteigenden Stromes klar, daß die in ihm enthaltenen Theilchen den Kometen mit desto kleinerer Geschwindigkeit verlassen haben, je mehr die Richtung ihres Ausganges sich der, auf die Richtung nach der Sonne, senkrechten näherte. — Ich habe den Grund dieses Schlusses, auch ohne eine Rechnung, vor Augen legen wollen; die Rechnung führt aber einen Schritt weiter; sie zeigt, daß alle Theilchen,

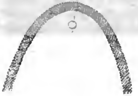
in so verschiedene Richtungen sie auch ausgehen mögen, sich mit gleicher Geschwindigkeit von der durch die Sonne und den Kometen gelegten geraden Linie entfernen müssen, wenn sie alle in derselben Bahn aufwärts gehen sollen.".

Unter den Heinsiusschen Abbildungen ist ferner noch eine von ganz besonderem Interesse (vom 31. Januar 1744). Diese



zeigt nämlich zwei Ausströmungen, von denen die eine der Sonne zugekehrt ist, dann aber einen Bogen nach hinten bildet, die andere hingegen gleich ursprünglich auf der der Sonne entgegengesetzten Seite als Schweif hervortritt.

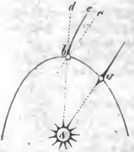
Aus allen diesen Erscheinungen folgert Bessel, daß die Kraft, welche sie hervorbringt, eine sich auf die Sonne beziehende Polarkraft sein müsse, worüber ich bereits im neunten Briefe des ersten Bandes, dort aber ohne Mittheilung der speciellen Beobachtungen, Ihnen geschrieben habe. Dort habe ich auch bereits auf Taf. II. drei besondere Schweifformen der Kometen



von 1769, 1807 und 1824 geliefert, füge aber hier noch die interessante Erscheinungsform des Kometen von 1811 bei, dessen Schweif vom Kerne ganz getrennt war und dieselben Wirkungen einer Polarkraft zeigte. Da nun überdies, nach freilich mangelhafteren, älteren Beschreibungen, viele Kometen ganz analoge Erscheinungen gezeigt haben, so darf man daraus wohl schließen, daß jene Polarkraft zu den sehr, wenn nicht ganz allgemeinen Eigenschaften der Kometen gehört. Die Ungleichheit der Schweifform, das Getrenntbleiben der Ausströmung in zwei Armen oder das Vereinigen derselben zu einem Schweif, sind nur Folgen von der ungleichen Geschwindigkeit, mit welcher sich die ausströmenden Theilchen von der die Sonne und den Kometen verbindenden geraden Linie entfernen. Ein größerer Werth dieser Geschwindigkeit liefert zwei von einander entfernte Schenkel des Schweifes; ein kleinerer bringt dieselben einander näher und läßt sie endlich als ungetrennt erscheinen.

Wenn wir absehen von den Verhältnissen der Stärke, von der Möglichkeit eines Sichtbarwerdens aus sehr großer Entfernung, überhaupt von Allem, was Identität der Ursachen voraussetzt; so bietet auch unsere Erde eine analoge Erscheinung dar, wie die Ausströmungen der Kometen, und zwar in dem Phänomen der Polarlichter. Es sind dies jedenfalls Wirkungen einer polaren Kraft oder Ursache, gänzlich verschieden von denen der Schwere, vielleicht zusammenhängend mit dem Erdmagnetismus. Aber vergessen dürfen wir bei dieser Analogie der Polarität nicht, daß für die leuchtenden Polarausströmungen der Erde noch kein Zusammenhang mit der Stellung der Sonne hat nachgewiesen werden können.

Die Richtung des Kometenschweifes, welcher jedenfalls als eine polare Ausströmung, veranlaßt durch die Sonne, anzusehen ist, bietet eine Möglichkeit, die Stärke dieser polaren Kraft annäherungsweise zu berechnen. Jedes durch eine von der Sonne ausgehende Kraft aus dem Kern des Kometen ausströmende Theilchen hat in sich die Bewegung des ganzen Kometen und folgt ihr, wird aber gleichzeitig von der Sonne ab oder nach ihr zu bewegt, dies bedingt für jeden Moment eine radiale Richtung aller Ausströmungen mit der Sonne als Mittelpunkt, da aber der Komet in jedem Moment auch seine Stellung verändert, so trägt er diese Radien gleichsam mit sich, der Art, daß sie nicht mehr eine radiale Lage behalten können, vielmehr müßten die in der Stellung a des Kometen gebildeten Ausströmungen, wenn sie wirklich unverändert blieben, in der Stellung b immer noch der alten Richtung parallel (b c) sein. Aber die Theile der sichtbaren Ausstrahlung erneuern sich fortwährend aufs Neue stets radial, und aus der Schnelligkeit ihrer Erneuerung im Verhältniß zu der Schnelligkeit der Fortbewegung resultirt die wirkliche Lage und Form der Ausstrahlungen, welche nicht nach c, aber auch nicht nach d, sondern gekrümmt und nach irgend einer mittleren Richtung e gekehrt sind.



Ich halte nicht für nöthig, hier zu wiederholen, was ich im neunten Brief des ersten Bandes aus Bessels trefflichem Werk bereits über die Beschaffenheit der Kometenkerne mitgetheilt habe. Ihre Durchsichtigkeit selbst für kleine Sterne, der Umstand, daß sie nie Lichtphasen zeigen, wie ihre äußerst geringe Gravitationswirkung, beweisen übereinstimmend, daß sie aus einer sehr feinen Substanz bestehen müssen, obwohl bei einigen etwas einem festeren sternartigen Kern Aehnliches bemerkt worden ist. Herschel d. J. sagt darüber: „es ist einleuchtend, daß die zartesten Wolken, welche in den höchsten Regionen unserer Erde schwimmen, und welche beim Untergang der Sonne ganz von Licht durchdrungen erscheinen, ohne die geringste Spur von Schatten oder von einer dunkeln Seite, im Vergleich mit den spirituellen Wesen der Kometen, als dichte und massenhafte Körper anzusehen sind." Eben so kann ich bei Ihnen natürlich als bekannt voraussetzen, was im ersten Band des Kosmos über die Natur und Länge ihrer Schweife gesagt ist, durch welche unsere Erde, wie es scheint, schon mehrere Male unbemerkt hindurch passirt ist, und auch die höchst merkwürdige Theilung des Bielaschen Kometen in zwei, ist im dritten Bande des Kosmos (S. 568) so weit besprochen, als dies bei der unvollkommenen Kenntniß der Thatsache, bis jetzt möglich ist. Dieser Bielasche Komet, welcher im Jahre 1832 durch sein Herannahen in bangen Gemüthern so große Furcht verbreitete, kehrt in diesem Jahre (1852) wieder. Am 6ten September wird er nach Santini's Berechnung seine größte Erdnähe, am 29ten September seine größte Sonnennähe erreichen. Aber wenn Sie ihn sehen wollen, müssen Sie früh aufstehen, denn seine deutlichste Sichtbarkeit fällt in die ersten Morgenstunden. Natürlich ist man sehr gespannt darauf, was aus seiner Theilung geworden ist.

Die unbestimmte Zahl der Kometen geht jedenfalls in die Tausende; ihre Bestimmung in dem Organismus des Sonnensystemes ist gänzlich unbekannt.

Ich verlasse deshalb diese letzten, noch einigermaßen bestimmten und selbstständigen Körper unseres Sonnensystemes, um mich den noch weit problematischeren Erscheinungen des Thierkreislichtes und der Sternschnuppen zuzuwenden.

Fünfundsiebenzigster Brief.

Ring des Thierkreislichtes.

„So groß auch noch das Dunkel ist, welches die materielle Ursache des Thierkreislichtes umhüllt, so scheint doch, bei der mathematischen Gewißheit, daß die Sonnen-Atmosphäre nicht weiter als bis zu $^9/_{20}$ des Mercurabstandes reichen könne, die von Laplace, Schubert, Arago, Poisson und Biot vertheidigte Meinung, nach der das Zodiacallicht aus einem dunstartigen, abgeplatteten, frei im Weltraum zwischen der Venus- und Marsbahn kreisenden Ringe ausstrahle, in dem gegenwärtigen sehr mangelhaften Zustande der Beobachtungen die befriedigendste zu sein."

Kosmos S. 587.

Sie ersehen aus obiger Stelle, so wie aus diesem ganzen Abschnitt des Kosmos, daß einiger Zweifel darüber bestanden hat und selbst jetzt noch möglich ist, ob man nicht etwa das Phänomen des Thierkreislichtes einer Wirkung derjenigen Sonnenatmosphäre zuschreiben könne, welche bei totalen Sonnenfinsternissen als eine Lichtglorie den Mondrand umgiebt, oder ob es — was wahrscheinlicher ist — von einem selbstständigen, abgetrennten Ringe leuchtender, oder durch die Sonne erleuchteter Substanz herrührt, welcher unseren Centralkörper in planetarischer Weise umschwebt und umkreist, einigermaßen vergleichbar dem Ringe des Saturn. Die letztere Deutung ist darum die wahrscheinlichere, weil nach Berechnungen aus der bekannten Umdrehungsgeschwindigkeit der Sonne schon in der Entfernung von $^9/_{20}$ der Mercursbahn alle materiellen Theilchen überwiegend der Centrifugalkraft folgen, und deshalb sich stets von der Sonne entfernen müßten. Die Substanz des Thierkreislichtes befindet sich aber jedenfalls weiter als $^9/_{20}$ des Mercurabstandes von der Sonne entfernt, wahrscheinlich sogar weiter als die Venus. Ein Ring dagegen kann seine eigene selbstständige Umdrehungsgeschwindigkeit haben, unabhängig von der Schnelligkeit der Sonnenrotation, es kann folglich in ihm recht wohl das nöthige Gleichgewicht zwischen Centrifugalkraft und centraler Anziehung bestehen.

Wenn nun das Thierkreislicht wirklich durch einen solchen materiellen Stoffring von höchst feiner, vielleicht gasförmiger Substanz hervorgebracht werden sollte, so drängt sich dann von selbst die Frage auf, ob diese, dem Ringe des Saturn analoge

Umgebung der Sonne die einzige in ihrer Art ist, oder ob nicht mehrere in ungleichen Abständen in unserem Sonnensystem vertheilt sind? eine Frage, die in ähnlicher Weise für den im nächsten Briefe zu besprechenden Ring der Meteor-Asteroiden gilt, die ihrerseits möglicherweise mit dem vorausgesetzten Ringe des Thierkreislichtes in naher Beziehung stehen können.

Eine solche Frage ist zwar natürlich und erlaubt, aber nicht beantwortbar; sie könnte eben nur durch Beobachtung beantwortet werden, denn die Möglichkeit wegen zu großer Entfernung uns unsichtbarer Ringe dieser Art ist jedenfalls vorhanden.

Sie können unter solchen Umständen nicht erwarten, daß ich mich weiter über das seiner Ursache nach so äußerst problematische Phänomen des Thierkreislichtes verbreite, welches wir in unserem Erdtheile ohnehin nur selten zu beobachten Gelegenheit haben.

Sechsundsiebenzigster Brief.

Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteorsteine.

„Die Fortschritte in dem Studium der Feuermeteore werden um so schneller sein, als man unparteiisch Thatsachen von Meinungen trennt, die Einzelnheiten prüft, aber nicht als ungewiß und schlecht beobachtet Alles verwirft, was man jetzt noch nicht zu erklären weiß. Am wichtigsten scheint mir Absonderung der *physischen* Verhältnisse von den im Ganzen sicherer zu ergründenden *geometrischen* und *Zahlen*-Verhältnissen. Zu der letzteren Klasse gehören: Höhe, Geschwindigkeit, Einheit oder Mehrfachheit der Ausgangspunkte bei erkannter Radiation; mittlere Zahl der Feuermeteore in *sporadischen* oder *periodischen* Erscheinungen, nach Frequenz auf dasselbe Zeitmaß reducirt; Größe und Gestaltung, im Zusammenhang mit den Jahreszeiten oder mit den Abständen von der Mitte der Nacht betrachtet. Die Ergründung beider Arten von Verhältnissen, der *physischen* wie der *geometrischen*, wird allmälig zu einem und demselben Ziele, zu genetischen Betrachtungen über die innere Natur der Erscheinung führen."

Kosmos S. 592.

Zu den Erscheinungen, welche sich in heiteren Nächten sehr häufig beobachten lassen, gehören die *Sternschnuppen*. An einer Stelle des Himmelsgewölbes taucht ein Lichtpunkt in Gestalt eines größeren oder geringeren Sternes

auf, bewegt sich über einen Theil des Himmels fort und verschwindet dann wieder eben so plötzlich, oder das Licht nimmt am Orte des Verschwindens allmälig an Helligkeit ab. Zuweilen hinterläßt die sich fortbewegende Masse auf ihrer Bahn keine Spur von Licht, zu anderen Zeiten bleibt kurze Zeit hindurch noch ein Lichtstreifen daselbst übrig; der scheinbare Stern bleibt entweder ein einziger oder er sprüht scheinbar Funken. Er ist entweder weiß oder auch gefärbt, gelblich grün, blau, roth. Werden diese Erscheinungen, welche die Alten für herabfallende Sterne hielten, größer, so bezeichnet man sie mit dem Namen Feuerkugeln, Feuermeteore. Es erscheint dann ein leuchtender Punkt, ungefähr wie eine Sternschnuppe, oder ein kleines lichtes, bald nachher sich entzündendes Wölkchen, oder ein, bisweilen auch mehrere parallele lichte Streifen, woraus sich nachher ein weiter fortgehender, leuchtender Körper zusammenballt. Dieser Körper bewegt sich mit großer kosmischer Geschwindigkeit, bisweilen in Bogensprüngen, weiter fort, und zwar so, daß daran eben sowohl die Wirkung einer ursprünglichen tangentiellen Bewegung, als die Wirkung der Schwere unverkennbar ist; er vergrößert sich und bildet sich zu einer feurigen Kugel aus, welche Flammen, Rauch und Funken auswirft. Diese Feuerkugel zieht gewöhnlich einen Schweif nach sich, der zunächst an der Kugel aus Flammen, die sich hinterwärts zuspitzen, und weiter nach hinten aus dem nachgelassenen Rauch und Dampfe besteht und bisweilen auch in die Länge gezogene Theile der Substanz selbst enthält; auch ist sie manchmal von abgesonderten Theilen, die sich zu kleinen Feuerkugeln ausbilden, begleitet. Endlich zerspringt die Feuerkugel mit vielem Getöse und heftiger Erschütterung der Luft; bisweilen zerspringen auch wohl Theile derselben noch einmal, und es fallen sodann die Bestandtheile, welche nicht vorher als Rauch und Dampf verflüchtigt worden sind, als Stein- oder Eisenmassen nieder. Die Meteorsteine (Aerolithen) sind von anderer Beschaffenheit als die Steine, welche wir auf der Erde finden, und nehmen allemal einen weit kleineren Raum ein, als die vorher beträchtlich große Feuerkugel. Am Tage hat man bei vielen Steinfällen den Anfang und den weiteren Fortgang eines solchen Meteors wegen des stärkeren Sonnen- und Himmels-

lichtes nicht gesehen und wurde dann erst durch das Getöse beim Zerspringen darauf aufmerksam, als die Lichterscheinung bereits vorüber war. Dann sah man aber in der Regel in der Richtung des Geräusches ein mehr oder weniger lichtes oder dunkeles, bald verschwindendes Wölkchen.

Es ist sowohl im ersten, als im dritten Bande des Kosmos das merkwürdige Phänomen der Sternschnuppen in seinen astronomischen Beziehungen so ausführlich besprochen, daß mir hierüber wenig zu sagen bleibt. Sie werden aus des großen Meisters Darstellungen erkannt haben, daß man die Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteorsteine wahrscheinlich, wenn auch noch nicht ganz sicher im Wesentlichen für Einerlei und nur für ungleiche Zustände, Gradationen oder Erscheinungsweisen kleiner, gleichsam planetarischer Körper unseres Sonnensystems hält, die in einer oder in mehreren Zonen schwarmartig die Sonne umkreisen. Diese ringförmigen Zonen, so vermuthet man, werden von der Erde auf ihrer Bahn durchschnitten, und da dies in bestimmten Perioden geschieht, so zeigt sich dann allemal die Zahl der fallenden (sichtbaren) Sternschnuppen ganz vorzugsweise groß, so besonders vom 8. bis 11. August (Laurentiusstrom) und vom 12. bis 14. November (Novemberphänomen) und in geringerem Grade vom 1. bis 3. Januar, gegen den 20. April, 26. Mai, 27. bis 29. Juli, 2. bis 5. August, 19. und 26. October, 6. bis 10. December. Aber auch in den Zwischenzeiten fallen, nur weit seltener, sporadische Sternschnuppen; diese können vielleicht als die vereinzelten Seitenläufer der ringförmigen Hauptschwärme angesehen werden; da die größeren sogenannten Feuerkugeln, wie die aus ihnen zur Erde fallenden Meteorsteine, eine solche Periodicität noch nicht haben erkennen lassen, so ist es möglich, daß gerade diese größeren Körper am häufigsten in mehr isolirten Bahnen schweifen.

588 genauer beobachtete Meteorstein- und Feuerkugelfälle vertheilen sich nach Kämtz auf die Monate des Jahres, wie folgt:

Monat.	Meteorsteine.	Feuerkugeln.
Januar	9	53
Februar	11	46
März	14	47
April	13	41
Mai	17	41
Juni	10	25
Juli	11	40
August	13	61
September	14	46
October	11	53
November	10	76
December	8	59

Aus welchen Zahlen höchstens für Feuerkugeln, nicht aber für die damit verbundenen Steinfälle einige Periodicität, ein Maximum für August und November hervorgeht.

Das sind also ungefähr die hauptsächlichsten thatsächlichen Erscheinungen, auf welche man allerlei Vermuthungen über den Ursprung dieser sonderbaren Gebilde gegründet hat. Von selbst versteht es sich, daß wir gar nicht darüber urtheilen können, ob nicht auch in anderen Abständen von der Sonne solche ringförmige Zonen, gleichsam mikroskopisch planetarische Körper vorhanden sind, die mit anderen Planeten in ähnlichen Conflict kommen, wie diese mit der Erde. Kennen wir ja noch nicht einmal von dieser, oder von diesen Zonen etwas Näheres über ihre Bahngestalt.

Es ist aber überhaupt weniger der astronomische Gesichtspunkt, welcher mich veranlaßt, den Gegenstand hier noch weiter zu besprechen, sondern mehr der geologische, d. h. das gegenseitige Verhältniß zwischen den Meteorsteinen und unserem Erdkörper. Gewiß ist es eine merkwürdige Thatsache, Etwas in die Hand nehmen zu können, was ursprünglich nicht unserem Planeten angehört, sondern von einem anderen Weltkörper herrührt und der Erde aus unbekanntem Raume zugeflogen ist. Einen solchen Körper näher untersuchen und mit den Bestand-

theilen des Erdkörpers vergleichen zu können, ist nicht nur von geologischer, sondern auch von kosmologischer Wichtigkeit.

Lassen Sie uns jedoch, um zu keiner voreiligen Folgerung verleitet zu werden, zunächst etwas näher zusehen, ob auch wirklich hinreichender Grund vorhanden ist, die Meteorsteine für solche außerirdische, kosmische Körper zu halten? — Daß dies wahrscheinlich die älteste Ansicht von der Sache ist — der jonischen Schule schon angehörig — kann nichts beweisen, weder dafür noch dagegen, es ist eben nur historisch interessant. In späterer Zeit finden wir unter den Physikern andere Hypothesen über den Ursprung der Meteorsteine weit mehr verbreitet; die Einen hielten sie für Producte unserer Atmosphäre, die Anderen für Auswürflinge von Mondvulcanen, oder wohl gar für aus dem „Bauche der Erde abstammend". Ja die Pariser Akademie der Wissenschaften hat sogar eine Zeitlang die Thatsache ihres Niederfallens überhaupt für ein Märchen erklärt.

Unter denen, welche sich genauer mit dem Gegenstande beschäftigten, war Chladni der Erste, welcher den Feuermeteoren und vom Himmel gefallenen Steinen einen kosmischen Ursprung mit Bestimmtheit zuschrieb, wie allerdings schon Halley, Pringle, Wallis und Bergmann vermuthet hatten. Paolo Maria Terzago stellte schon im Jahre 1660 die Ansicht auf, daß die Meteorsteine Auswürflinge von Mondvulcanen seien, welche von Olbers, Laplace und Poisson näher geprüft und von v. Ende sehr entschieden vertheidigt wurde. Diese Hypothese hatte unstreitig etwas sehr Anziehendes und schien ganz in Uebereinstimmung zu stehen mit dem, was man damals von der Mondoberfläche wußte oder zu wissen glaubte, deren Berge man für noch viel höher hielt, als sie sind, und für noch thätige Vulcane. Aber sie ist später hinreichend widerlegt worden durch den gänzlichen Mangel an beobachtbaren Veränderungen auf der Mondoberfläche, welche mit noch wirkender vulcanischer Thätigkeit in Verbindung gebracht werden könnten; durch die große, wahrscheinlich gasförmige räumliche Ausdehnung, mit welcher einige Feuermeteore aufgetreten sind, bevor aus ihnen ein Steinfall erfolgte; durch die Häufigkeit, vorherrschende Richtung, Periodicität und wahrhaft kosmische Geschwindigkeit, in welcher die Sternschnuppen am Himmel beob-

achtet worden sind, die freilich nicht unbedingt als identisch angesehen werden können, aber doch ihrer ganzen Erscheinung nach höchst wahrscheinlich für bloße Gradationen, oder für entfernter bleibende Phänomene derselben Art gehalten werden müssen, mit den Feuerkugeln, nach deren Zerplatzen Meteorsteine zur Erde niederfallen.

Ebenso sind alle die an sich viel haltloseren Hypothesen längst widerlegt worden, nach welchen die Meteorsteine aus Erddünsten zusammengeballt oder von Erdvulcanen ausgeschleudert sein sollten. Schon allein die große Höhe, in der man Sternschnuppen und Feuerkugeln (die, wie gesagt, nur für Abstufungen der Größe oder Erscheinungsform zu halten sind) beobachtete, widerlegt die Möglichkeit eines irdischen Ursprungs derselben. J. Schmidt hat Sternschnuppen in Entfernungen von 1 bis 68 Meilen beobachtet, und Brandes früher schon, wenn auch nicht so sicher, bis über 100 Meilen. Dazu mit Geschwindigkeiten, welche einem irdischen Körper nie zukommen können.

Der beste Beweis für den kosmischen Ursprung liegt aber nicht sowohl in der Unhaltbarkeit der anderen Erklärungsweisen, als vielmehr (für die Sternschnuppen wenigstens) in der Uebereinstimmung der Erscheinungen selbst: in der mehrfachen, aber genau jährlichen Periodicität, in der vorherrschenden Richtung ihres ersten Sichtbarwerdens, welche mit der Fortbewegung unserer Erde in Einklang steht, und in ihrer eigenen Geschwindigkeit, die, wie gesagt, so groß ist, wie wir sie nur an Weltkörpern kennen.

Wenn nun also die Meteorsteine, wie die Sternschnuppen, mit höchster Wahrscheinlichkeit zwar dem Planetensystem, aber ursprünglich nicht unserer Erde und auch nicht dem Monde angehören, so liefern sie uns die einzigen materiellen Stofftheile solcher nicht irdischen Art zur Untersuchung.

Unter diesen Umständen ist es sicher vom höchsten Interesse, in ihnen nur solche Grundstoffe — chemische Elemente — wieder zu finden, welche auch als Bestandtheile des Erdkörpers bekannt sind. Zwar nicht alle irdischen Grundstoffe hat man in ihnen aufgefunden, aber doch etwa ⅓ aller bis jetzt bekannten. Ja sie sind sogar größtentheils auch in derselben Weise mit einander verbunden, wie sie in irdischen Mineralien mit einander verbunden auftreten.

Nach und nach hat man in Meteorsteinen folgende, auch der Erde angehörige Mineralien kennen gelernt:

1) Gediegen Eisen ohne Nickel, bis jetzt nur in zwei Meteorsteinen nachgewiesen, und auch als irdisches Vorkommen äußerst selten.
2) Kohlenstoff-Eisen (natürlicher Stahl), ebenfalls in Meteorsteinen, wie auf der Erde, sehr selten.
3) Graphit, in 3 Meteorsteinen nachgewiesen.
4) Schwefel, kleine Körner im Stein von Bishopville.
5) Magnetkies, in 3 bis 4 Meteorsteinen.
6) Magneteisenerz, in mehreren Meteorsteinen.
7) Zinnerz, im Stein von Blansko.
8) Olivin, Gemengtheil vieler Meteorstein- und Eisenmassen.
9) Augit, ebenfalls in vielen Meteorsteinen.
10) Labrador, in mehreren Meteorsteinen durch Analyse erkannt.
11) Anorthit, im Meteorstein von Juvenas.
12) Oligoklas, als wahrscheinlich in 3 Meteorsteinen nachgewiesen.
13) Glimmer, soll kleine Blättchen im Nickeleisen des Meteorsteins von Weston bilden.
14) Apatit, scheint in geringer Menge im Meteorstein von Richmond vorhanden zu sein.

Außerdem werden von Shepard noch mehrere Salze angeführt, welche aber zum Theil leicht erst durch spätere Zersetzungen entstanden und daher als solche nicht kosmischen Ursprungs zu sein brauchen, so: 15) schwefelsaure Talkerde, 16) schwefelsaures Natron, 17) schwefelsaures Eisenoxydul, 18) Chlorcalcium, 19) Chlornatrium und 20) Chlormagnesium. Sehr zweifelhaft sind endlich: 21) Kupferkies, 22) lösliche Kieselsäure und Quarz, 23) Granat, 24) Bleiglanz.

Also gegen zwanzig Mineralien sind den Meteorsteinen und der Erde gemeinsam angehörig.

Noch mehr, einige Meteorsteine bestehen sogar aus ähnlichen Mineralverbindungen, wie gewisse Gesteine, welche wesentlich zum Bau der festen Erdkruste beitragen. Es sind unter den Meteorsteinen, dem Dolerit und anderen Eruptivgesteinen sehr ähnliche krystallinisch körnige Verbindungen von Pyroxen, Labrador, Olivin und Magneteisenerz u. s. w. gefunden worden.

Folgende Beispiele mögen dies erläutern. Der Meteorstein von Klein-Wenden bei Nordhausen ist ein Gemenge von Olivin, Augit und Labrador, in welches Nickeleisen, nebst etwas Magnetkies und Chromeisen, eingesprengt sind; der von Blansko in Mähren enthält Olivin, Nickeleisen, Chromeisen, Zinnerz und 40 Procent eines unbestimmten Silicatgemenges; der von Chateau-Renard besteht aus Olivin, Nickeleisen, Augit und Labrador; der von Utrecht aus Olivin, Augit, Oligoklas, Nickeleisen, und Magnetkies; der von Juvenas aus Augit, Anorthit und Magnetkies.

Da nun ganz ähnliche Gesteine noch jetzt dem wahrscheinlich heißflüssigen Erdinnern als Laven entquellen, so ist es doch sicher sehr bemerkenswerth, daß außerirdische, planetarische Körper sich auf dieselbe Weise zusammengesetzt zeigen, wie sehr wahrscheinlich ein großer Theil des noch im flüssigen oder Urzustande befindlichen Erdinnern.

Ist man unter solchen Umständen nicht berechtigt, darauf die Vermuthung zu gründen, daß dies eine, wenn auch nicht primitive und ganz allgemeine, doch jedenfalls in der Erdregion unseres Sonnensystemes sehr vorherrschende Stoffverbindung sei? — Wenn dagegen andere Meteormassen einen weit größeren, ja ganz überwiegenden Eisen- und Nickelgehalt zeigen, so dürfen wir nicht vergessen, daß das hohe specifische Gesammtgewicht des Erdkörpers (5½ mal größer als das des Wassers, durchschnittlich doppelt so groß als das der meisten Felsgesteine, ungefähr gleich dem des Eisens) ebenfalls eine größere specifische Schwere der den Erdkern bildenden Substanzen andeutet; wie denn selbst der in den Eruptivgesteinen beinah mit dem neueren Datum ihrer Eruption zunehmende Eisengehalt ebenfalls damit in Einklang stehen könnte.

Doch wir dürfen bei aller Aehnlichkeit und Uebereinstimmung auch nicht die bemerkenswerthen Unterschiede übersehen, welche zwischen der mineralogischen Zusammensetzung der Meteorsteine und der der festen Erdkruste bestehen. Solche Unterschiede sind sowohl in den metallischen Meteormassen (dem Meteoreisen) als in den steinartigen (den Meteorsteinen) vorhanden.

Der auffallendste dieser Unterschiede ist die verhältnißmäßige Häufigkeit von Nickel-Eisen (sogenanntem Meteoreisen) in den Meteormassen. Während diese Legirung im natürlichen ge-

diegenen Zustande noch nicht auf der Erde nachgewiesen, und in jedem Falle, wenn es überhaupt vorhanden ist, wie das reine gediegene Eisen, zu den größten Seltenheiten gehört, finden wir z. B. in dem Wiener Kabinet, welches die reichste Sammlung von Meteormassen enthält, unter den Fragmenten von 94 Steinfällen aus den verschiedensten Ländern, 31, also beinah ein Drittheil, welche vorherrschend aus metallischem, nickelhaltigem Eisen bestehen.

Wollte man auf Grund der gediegenen und nickelhaltigen Meteoreisenmassen voraussetzen, daß dieses Metall nur an der Erdoberfläche überall oxydirt sei, tief im Innern aber, unter dem Bereich des gegenwärtigen Bergbaues, ebenfalls häufig im gediegenen Zustande, und etwa auch mit Nickel verbunden, vorkomme, so würde das mindestens eine höchst gewagte Hypothese sein, welche nur etwa in den magnetischen Erscheinungen des Erdkörpers und in seinem hohen Gesammtgewicht schwache Stützen finden könnte. So weit die Beobachtung reicht, ist die Häufigkeit des metallischen und nickelhaltigen Eisens jedenfalls etwas sehr Unterscheidendes für die Meteormassen im Vergleich mit der Zusammensetzung der festen Erdkruste. Wohl aber liefert der metallische Zustand vieles Meteoreisens einen neuen Beweis gegen den atmosphärischen und überhaupt irdischen Ursprung dieser Körper; es berechtigt derselbe wohl zu der Vermuthung, daß sie aus Räumen herstammen, in welchen es an Sauerstoff für den Oxydationsproceß dieses Eisens fehlt. Die äußere Rinde der meteorischen Eisenmassen, welche beim Herabfallen mit der Atmosphäre in Berührung kam, ist dagegen in der Regel oxydirt. Diese Rinde zeichnet sich überhaupt, und auch bei den nicht metallischen steinartigen Meteormassen, durch ihre besondere schwarze, einem Firnißanstrich ähnliche Beschaffenheit aus. Man muß vermuthen, daß sie sich erst beim Herabfallen innerhalb unserer Atmosphäre gebildet hat, wie es denn überhaupt wahrscheinlich ist, daß die festen Meteormassen nicht als solche, sondern als gasförmige Körper im Weltraum schweben und erst in der Erdnähe sich zu festen Klumpen verdichten. Der scheinbare, und dennoch mit Hülfe der annäherungsweise bestimmten Höhe berechnete wirkliche Durchmesser der Feuerkugeln ist oft sehr beträchtlich, überschreitet mehrere hundert, ja selbst tausend

Fuß, und steht somit in gar keinem entsprechenden Verhältniß zu dem Volumen der niedergefallenen festen Massen, wenn man nicht voraussetzen darf, daß sich dieselben zu dieser Zeit entweder ganz in einem gasförmigen Zustande befinden, oder wenigstens von einer mächtigen leuchtenden Gashülle umgeben werden; denn das größte Gewicht der bis jetzt aufgefundenen und von einem Niederfall herrührenden Meteormassen ist das der specifisch sehr schweren, also räumlich nicht sehr großen, Eisenmasse von Chaca Gualamba, welche auf 30,000 geschätzt wird, während der größte Durchmesser einzelner Stücke an denen von Bahia in Brasilien und von Otumpa in Chaco beobachtet wurde, nämlich 7 bis 7³/₅ Fuß; die meisten bleiben weit dahinter zurück.

Das metallische Eisen der Meteorolithen befindet sich überdies auch noch in einem eigenthümlichen krystallinischen Zustande, wie er an irdischen Metallmassen noch nicht in gleicher Weise beobachtet worden ist. Dieser Zustand wird dann erst recht deutlich, wenn man die geschliffene Oberfläche einer solchen Eisenmasse mit verdünnter Säure behandelt, wodurch die nach ihrem Entdecker benannten Widmannstättschen Figuren hervortreten.

Fig. 2. auf Taf. VI. stellt eine so behandelte Oberfläche dar, welche an dem jetzt zum Theil im Wiener Kabinet aufbewahrten „verwünschten Burggrafen" erzeugt worden ist. Partsch giebt in seiner kleinen Schrift über die Wiener Meteorsteinsammlung zu dieser Abbildung folgende Erläuterung: Bei diesen mit der krystallinischen Structur und der chemischen Beschaffenheit der Meteoreisenmassen zusammenhängenden Figuren unterscheidet man: 1) Streifen, die meist nach drei Richtungen gehen; sie entstehen beim Aetzen des Meteoreisens mit Säuren, weil sie das reinste oder am wenigsten mit Nickel legirte Eisen enthalten, sich deshalb am leichtesten auflösend, die vertieftesten Stellen bilden. 2) Zwischenfelder; es sind von den Streifen eingeschlossene Dreiecke, Vierecke und andere Figuren, welche aus einer körnigen, von Säuren weniger als die Streifen angreifbaren Masse bestehen. Sie werden noch von besonderen feinen erhabenen Schraffirungslinien nach einer oder nach mehreren Richtungen durchzogen. 3) Einfassungsleisten, erhabene glänzende, die Streifen und Zwischenfelder einfassende und von einander trennende Linien, die von Säuren nicht oder nur sehr wenig angegriffen werden, weshalb sie hervortreten und die ur-

sprüngliche Politur der geschliffenen Oberfläche behalten. Sie enthalten nach Berzelius mehr Nickel als die Streifen und Zwischenfelder.

Dieser sogenannte verwünschte Burggraf ist nämlich eine früher ganz, jetzt nur noch zum Theil in Elnbogen bei Carlsbad, zum Theil aber in Wien aufbewahrte Meteoreisenmasse, von welcher die Sage geht, sie habe beim Herabfallen einen grausamen Burggrafen erschlagen, und so oft man sie auch in den tiefsten Brunnen hinabwerfe, so komme sie doch immer wieder aus demselben hervor.

Jener oben erwähnte firnißähnliche Ueberzug zeigt häufig, besonders an den steinartigen Meteorolithen, eine eigenthümliche Aderung, indem ein unregelmäßiges Netz gerundeter Leisten, der Aderung eines Blattes ähnlich, ein wenig hervortritt, in der Art, wie es Fig. 1. auf Taf. VI. darstellt. Es ist dies die Abbildung eines Stückes der am 22ten Mai 1808 bei Stannern in Mähren niedergefallenen Meteormasse, entlehnt aus dem großen 1820 erschienenen Kupferwerke von Schreibers über Stein- und Meteormassen.

Außer dem gediegenen Nickel-Eisen, welches auf der Erde als ihr ursprünglich angehörig noch nicht gefunden worden ist, sind nun aber neuerlich besonders durch Shepard und Ch. Upham noch eine Anzahl anderer mineralischer Stoffverbindungen in Meteorsteinen nachgewiesen worden, welche ebenfalls, wie das Nickel-Eisen, als neue, auf der Erde unbekannte Mineralspecies angesehen werden können. Es sind folgende:

1) Phosphor-Nickeleisen, von Shepard Dyslytit genannt.
2) Schreibersit nennt Shepard ein Mineral aus dem Stein von Bishopville, welches bräunlich schwarze Körner oder gestreifte Prismen von unvollkommenem Metallglanz bildet, und vorherrschend aus Chromsulphuret bestehen soll.
3) Chladnit, ein Trisilicat von Talkerde, bildet unvollkommene Krystalle von beinah 1 Zoll Durchmesser in dem Stein von Bishopville, welcher über ²/₃ daraus besteht.
4) Jodolit, ein noch nicht genau untersuchtes Silicat, welches kleine Körner im Stein von Bishopville bildet. Etwas unsicher.

5) Sphenomit, wegen der Aehnlichkeit mit Sphen so genannt, kleine bräunlichgraue Krystalltafeln bildend.
6) Apatoid, so benannt wegen der Aehnlichkeit mit Apatit, aber ohne Phosphorsäure. Im Stein von Bishopville sparsame Krystalle.
7) Chantonit, bildet dichte schwarze Adern und eckige Massen in einem Meteorstein von Chantonay.
8) Olivinoid, ein dem Olivin ähnliches Mineral.

Außerdem aber noch einige Salze, die freilich auch wieder zum Theil secundärer Entstehung sein können, so 9) schwefelsaures Nickeloxyd, 10) unterschwefligsaures Natron, 11) unterschwefligsaure Talkerde, 12) Eisenchlorid, 13) Nickelchlorür, 14) Kobaltchlorür.

Diese und die zuvor genannten, zugleich der Erde angehörigen Mineralien enthalten zusammen genommen folgende chemische Elemente, und zwar der Frequenz nach geordnet: Eisen, Nickel, Magnesium, Sauerstoff, Silicium, Schwefel, Calcium, Aluminium, Chrom, Natrium, Kalium, Kobalt, Kohlenstoff, Phosphor, Chlor, Mangan, Zinn, Kupfer, Wasserstoff, Titan (?) und Arsen (?). — Wollte man dieselben Grundstoffe nach ihrer Häufigkeit im Erdkörper ordnen (so weit uns dessen Zusammensetzung bekannt ist), so würden jedenfalls Sauerstoff und Silicium an die Spitze zu stellen sein, für die übrigen aber würde es sehr schwierig sein, eine einigermaßen richtige Reihefolge aufzustellen. Es ist sonderbar genug, daß wir in dieser Beziehung die Zusammensetzung einiger wahrscheinlich kosmischen Körper besser kennen, als die der Gesammterdmasse.

Unter allen bis jetzt analysirten Meteorsteinen hat der, welcher 1846 zu Richland in Süd-Carolina niedergefallen sein soll, die am meisten von den übrigen abweichende, und den älteren eruptiven, nicht neu vulcanischen Gesteinen der Erde analoge Zusammensetzung gezeigt. Derselbe besteht nämlich nach Shepard's Untersuchung aus 80,42 Kieselsäure, 15,68 Thonerde, 2,51 Eisenoxydul, 0,70 Talkerde und 0,50 Kalkerde. Er enthält also kein Nickel und nur sehr wenig Eisen, welche beide sonst für die Meteormassen so besonders charakteristisch sind, und sein Kieselerdegehalt ist so groß, daß derselbe hiernach unmöglich alle mit den übrigen Erden zu Silicaten verbunden sein

kann, sondern vielmehr zum Theil als Quarz vorhanden sein muß, ein Mineral, welches allen anderen Meteorsteinen, wie den neueren Laven gänzlich fremd ist. Es kann deshalb wohl Zweifel entstehen, ob dieser Angabe nicht irgend eine Verwechselung zu Grunde liegt. Sollte sie aber begründet sein, so würde sie allerdings ein neues Licht auf die Bildung der älteren quarzhaltigen Eruptivgesteine werfen. Es ist nämlich gegen die lavaartige Entstehung dieser Gesteine von Seiten der Chemiker die Einwendung gemacht worden, daß das gleichzeitige Auskrystallisiren von Quarz, Feldspath und Glimmer oder Hornblende aus einem heißflüssigen Zustande nicht wohl denkbar sei, weil der Quarz einen viel höheren Schmelzgrad und folglich auch Krystallisationspunkt habe, als diese anderen Mineralien. Man hat darum, um das factische Zusammenvorkommen zu erklären und mit einem heißflüssigen Ursprung in Einklang zu bringen, zu verschiedenen Hülfshypothesen seine Zuflucht genommen, so z. B. zu einem heißwässerig-flüssigen Zustande unter hohem Druck, zu besonderen noch nicht näher erkannten Eigenschaften der Kieselerde, oder zu einem späteren Hinzukommen derselben erst nach der Erstarrung dieser Gesteine.

Wenn nun auch in jenem Meteorsteine von Richland der Quarz nicht neben Feldspath, Glimmer oder Hornblende auskrystallisirt vorhanden ist, und wenn man auch von den Meteorsteinen nicht mit voller Bestimmtheit behaupten kann, daß sie vor ihrem Festwerden eine Zeit lang heißflüssig gewesen sein müssen, so würde doch immerhin ein so großer Quarzgehalt in der ursprünglichen Masse eines Meteorsteines, also in einer dieser kosmischen Massen, die im Uebrigen eine so große Analogie zeigen mit den Laven der Erdvulcane, von großer Bedeutung sein. Er würde zeigen, daß auch in der Region unseres Sonnensystems, welche von den Schwärmen der Meteormassen eingenommen wird, die elementaren Bestandtheile sehr ungleich vertheilt sind, so ungleich als in den verschiedenen Eruptivgesteinen unserer Erde, wie denn ohnehin eine gewisse Ungleichheit der Vertheilung schon aus allen übrigen zuverlässigeren Analysen von Meteormassen unzweifelhaft hervor geht. Aber wie gesagt, für die große Anomalie des Richlander Steines muß zunächst eine weitere Bestätigung abgewartet werden.

Das neueste Werk Upham's über die amerikanischen Meteoriten ist noch von besonderem Interesse durch eine Zusammenstellung über die geographische Vertheilung der Meteorfälle. Der Verfasser macht darauf aufmerksam, daß von 14 solchen Fällen, welche seit dem Anfange dieses Jahrhunderts auf dem amerikanischen Continent beobachtet worden sind, 13 zwischen dem 33sten und 54sten Grade nördlicher Breite liegen, und daß die Linie der häufigsten Fälle den 37sten Breitengrad schiefwinkelig schneidet und der Richtung der atlantischen Küste sich nähert. In der alten Welt sind aus derselben Periode 55 Fälle bekannt, von welchen 50 in einem Bezirke stattgefunden haben, der zwischen dem 41sten und 56sten Grade nördlicher Breite liegt, und von diesen 45 in einer Zone zwischen dem 43sten und 54sten Breitengrade, die mithin nicht breiter als die amerikanische ist. Die Längenausdehnung der Zone ist in der alten Welt weit größer als in Amerika, indem sie sich von der westlichen Meeresküste in schräger Richtung nordwärts gegen den 60sten Grad erstreckt. Die größte Anzahl der Fälle hat innerhalb der ersten 30 Längengrade stattgefunden. Upham bemerkt noch, daß die Erstreckungen der meteorischen Regionen sich den isothermen Parallelen in denselben Zonen nähern, sowie auch ein Zusammenfallen der Richtungen jener Regionen mit den isodynamischen Linien wahrgenommen werde.

Das sind gewiß sehr sonderbare Thatsachen, die höchstens zum Theil dadurch erklärt werden können, daß gerade diese Zonen von beobachtenden Culturvölkern bewohnt werden. Eine Ungleichheit der geographischen Vertheilung der Meteorfälle scheint, wenn man auch die leichtere Möglichkeit der Beobachtung und Aufzeichnung in den cultivirteren Gegenden in Anschlag bringt, dennoch unverkennbar, und es dürfte somit auch nicht ganz richtig sein, wenn man aus der Zahl der Fälle auf einem bestimmten Flächenraum berechnet hat, daß auf die gesammte Erdoberfläche durchschnittlich alle Tage zwei Meteormassen niederfallen, jährlich nämlich 700. Aber irgend eine Erklärung für die ungleiche Vertheilung von materiellen Theilen, die aus dem Raume des Sonnensystemes auf die Erde niederfallen, fehlt uns noch gänzlich.

Siebenundsiebenzigster Brief.

Schluß.

Was will, und was kann die Naturforschung?

In einem früheren Briefe zur ersten Abtheilung des dritten Kosmosbandes habe ich Ihnen bereits eine kurze Skizze der verschiedenen Wege gegeben, welche der menschliche Geist eingeschlagen hat, um zur Erkenntniß der Welt zu gelangen, um sie zu begreifen. Ich stelle mir jetzt am Schlusse dieses Bandes nicht die Aufgabe, falsche Behauptungen zu widerlegen, welche auf irrige Voraussetzungen gegründet sind, ich will Ihnen nur zu erklären versuchen, wie man dazu gekommen ist.

Der empirische Naturforscher ist vor Allem Beobachter und da er täglich an der Wirklichkeit seine Folgerungen aus früher Erkanntem, zu berichtigen Gelegenheit hat, so ist es ihm besonders leicht gemacht, die Richtigkeit des Instrumentes zu prüfen, mit dem er arbeitet. Dieses besteht nicht blos in seinen Sinnen, sondern vorzugsweise aus dem menschlichen Geiste. Man kann nirgend deutlicher die Grenzen der Zuverlässigkeit desselben erkennen, als gerade aus der Geschichte der Naturwissenschaften, weil allein die reale Welt die Möglichkeit gewährt, falsche Behauptungen über die Gesetze des Alls durch positive Gründe, also mit unwiderstehlicher Beweiskraft zu widerlegen.

Die Geschichte der Naturwissenschaften ist zugleich die Geschichte von Irrthümern, nur kann man sagen, daß dieselben in stätiger Verminderung begriffen sind, seit man angefangen hat, die Fragen über die Gesetze der Welt nicht an den menschlichen Geist, sondern an die Natur selbst zu richten, das heißt zu experimentiren. Ueberall, wo wir im Stande sind, solche Fragen genau und richtig zu stellen, ertheilt uns die Natur auch genügende Antworten, denn das Experiment setzt in den Stand, eine beliebige Form von Veränderungen in den begleitenden Erscheinungen eines Phänomens einzuschalten und so diejenigen Voraussetzungen zu finden, welche durchaus nothwendig jenes zur Folge haben. Nur das richtig geleitete Experiment giebt die Thatsachen nackt, gänzlich baar von allem Zufälligen, ent-

weder indem wir alle unbekannten Umstände entfernen, oder neue bekannte hinzuführen, um dann aus der Differenz der Folgen die ursächlichen Bedingungen zu finden.

Freilich ist es uns in den meisten Fällen unmöglich, Naturerscheinungen künstlich und willkürlich hervorzubringen, weil die Ursachen unserer Macht entzogen sind. Wir müssen die Erscheinungen ruhig nehmen, wie sie sich bieten; statt zu wählen, in welchem Gewande wir sie sehen wollen, müssen wir mühsam unter den sie begleitenden Umständen die unmittelbar in Beziehung stehenden von denen sondern, welche damit in keinem directen Zusammenhange sind. Eine leider nur zu reiche Erfahrung zeigt, wie außerordentlich leicht wir uns dabei in der Bedeutung der Umstände irren, und Sie werden sich daher nicht über die Vorsicht und Zurückhaltung in den Urtheilen solcher Naturforscher wundern, die auf einem Gebiete arbeiten, welches ihnen nur Beobachtungen, aber keine Experimente erlaubt. Wir wissen zu gut, wie leicht man unberechtigte Folgerungen zieht.

Der menschliche Geist ist bei aller seiner Schärfe doch ein sehr unsicheres Instrument, und die Mühe, deren es oft bedarf, um eine neue Wahrheit zu finden, steht häufig, wie es scheint, in gar keinem Verhältniß zur Bedeutung derselben. Es ist natürlich viel schmeichelhafter für den Menschen, günstiger von seinen Mitteln, von seinem geistigen Vermögen zu denken, und dagegen der Empirie den Vorwurf der Rohheit zu machen, den sie wahrlich nicht verdient. Ungeduldigen Geistern ist allerdings der Weg derselben oft zu mühsam, und der Fortschritt zu langsam gewesen, sie haben sich von der Erfahrung losgerissen, um auf geringe Voraussetzung ein weitläuftiges, luftiges Gebäude von Ideen und Hypothesen aufzuführen.

Da aber selbst die größten Denker zuweilen geirrt haben, wenn sie sich zu solchem Verfahren verleiten ließen, so muß das um so mehr zur Warnung dienen.

Darum sagt A. v. Humboldt (S. 430):

„Die Welt der Gestaltungen, ich wiederhole es, kann in der Aufzählung räumlicher Verhältnisse nur geschildert werden als etwas Thatsächliches, als etwas Daseiendes (Wirkliches) in der Natur; nicht als Gegenstand intellectueller Schlußfolge, schon erkannter ursächlicher Verkettung. Kein allgemeines Gesetz

ist für die Himmelsräume aufgefunden, so wenig als für die Erdräume in der Lage der Culminationspunkte der Bergketten oder in der Gestaltung der einzelnen Umrisse der Continente. Es sind Thatsachen der Natur, hervorgegangen aus dem Conflict vielfacher, unter uns unbekannt gebliebenen Bedingungen wirkender Wurf- und Anziehungskräfte."

Sie werden hoffentlich nach dem langen Verkehr, den wir mit einander gepflogen haben, bereits überzeugt sein, daß die Forschung nicht bei diesen bloßen Thatsachen stehen bleiben, sondern daß es gerade ihre Aufgabe sein muß, nach dem sie dieselben so fest wie möglich gestaltet hat, sie dann durch passende Ideen zu verbinden.

Die Nothwendigkeit der genauen Bestimmung ist von selbst erklärlich, vielmehr auffallen wird Ihnen, daß ich von passenden Ideen zur Verbindung rede.

In der That bedarf der Naturforscher eines gewissen Taktes bei seinen Untersuchungen, besonders dann, wenn er nicht experimentirt, sondern beobachtet; eines Taktes, der wohl ausgebildet werden kann, der aber zum Theil angeboren sein muß. Der bloße, reine Verstand kann oft aus der Rolle der begleitenden (zufälligen) Umstände nur schwer oder gar nicht diejenigen ausscheiden, welche wesentlich sind, besonders wenn nicht lange empirische Beschäftigung oder eine kalte, ruhige Natur der Phantasie die nöthigen Zügel anlegen.

Alle Irrthümer der Naturphilosophen können im Wesentlichen darauf zurückgeführt werden, daß entweder die Thatsachen, von denen sie ausgegangen, zu mangelhaft und unbestimmt gewesen oder daß ganz unpassende Ideen zur Verbindung gebraucht sind.

Wenn z. B. daraus, daß die Summe der zu einer gewissen Zeit bekannten Planeten mit einer Zahl übereinstimmt, die in anderen Beziehungen von Bedeutung ist, die gewisse mathematische Bedingungen erfüllt, die Folgerung gezogen wird, daß es eben nur so viel Planeten geben müsse und könne u. s. w., daß das Sonnensystem mit dieser Zahl nothwendig abgeschlossen sei: so ist das eine unpassende Ideenverbindung; es ist ähnlich, als wenn man daraus, daß die Woche nur sieben Tage hat, schließen wollte, daß es auch nur sieben Planeten geben könne. —

Kepler nahm nur sechs Planeten an, weil es nur fünf regelmäßige Körper giebt, aus denen er die Abstände ihrer Bahnen zu construiren suchte, und Zeit seines Lebens beschäftigte sich derselbe große Mann, wie wir im 55. Briefe gesehen haben, mit Speculationen über die Harmonie der Sphären. So eminenten Geistern, wie Kepler, verzeiht die Nachwelt gern kleine Irrthümer, oder extravagante Speculationen zwischen einer Fülle von Wahrheiten, die sie zu Tage förderten.

Wenn aber z. B. ein Herr Dr. L. Müller, kurz nach Entdeckung der Asträa, unter dem Titel „die durch Entdeckung der Asträa begründete Vollständigkeit unserer Kenntniß des planetarischen Sonnensystemes", unter Anderem schreibt: „Noch am 17. December 1845 kündigte einer meiner literarischen Freunde in der Allgemeinen Zeitung eine „Philosophie der astronomischen Weltkunde", die ich zum Druck bereite, nur mit der Einschränkung an: daß diese die systematische Auffassung unseres Sonnensystemes in seiner erweislichen (relativen) Vollständigkeit enthalten solle; und sogleich setzt das ausnehmend glückliche Hinzukommen der Henke'schen Asteroiden-Entdeckung mich in Stand, in Hinsicht der durch die beobachtend rechnende Astronomie sicher gestellten Vollständigkeit unserer sonnensystematischen Planetenkunde das vorläufige Wörtchen relativ in das hauptsächliche Wort absolut zu verwandeln: wir haben nicht nur eine relativ-vollständige, sondern vielmehr eine absolut-vollkommene Auskundschaftung aller Weltgrundverhältnisse unseres eigenen planetarischen Sonnensystemes erlangt." Wenn derselbe Herr Müller darauf gründlich auseinander zu setzen sucht, warum mit dieser Entdeckung die Kenntniß vom Planetensystem vollständig sein müsse, so ist natürlich seine Logik durch die späteren Planetenentdeckungen bald genug zu Schanden geworden. Und nicht besser ist es dem berühmten Verfasser der zwölf Briefe über das Erdleben ergangen, als er einige Jahre früher schrieb: „die Planeten sind die höheren und zeigen ein festes Verhältniß ihrer Anordnung und ein Zahlenverhältniß, welches wir um so mehr festhalten müssen, je bedeutungsvoller es für die Gliederung tausendfältig anderer, uns näherer Erscheinungen zu nennen ist. Nämlich von der Mitte der gesammten Sphäre nach außen, und diese Mitte mitgezählt, erscheinen zwölf Gebilde, welche

bedeutungsvoll wieder in fünf und sieben, nämlich in fünf mehr oder weniger vollkommen centrale, und sieben rein peripherische zerfallen. Die Namen, welche man den ersteren gegeben hat, sind: Sonne, Erde, Jupiter, Saturn, Uranus; und es stellt sich hier noch ein Verhältniß von 1 zu 4 heraus, da das erste Gebild das Centrum der Planeten überhaupt ist, während die anderen 4 nur mit secundären Planeten, d. i. Monden umgeben sind; die Namen, welche die zweite Abtheilung bezeichnen, sind: Mercur, Venus, Mars, Vesta, Ceres, Pallas, zwischen welchen dann wieder ein deutlich gesondertes Verhältniß von 3 und 4 hervortritt. Da die vier letztgenannten, die sogenannten Asteroiden, dadurch, daß ihre Bahnen in einer Gegend des Sonnensystems zusammenfallen, sich entschieden sondern von den ersteren drei, welche jedesmal in gesonderte Bahnenräume eingehen: — so ist es also höchst merkwürdig, wie in dieser Zahl $12 = 2 \times 6$ die Verhältnisse von 1 2 3 4 5 7, welche für Theilung anderer organischer Gliederungen von so großem Gewicht werden, bereits deutlich ausgesprochen sind; und wenn es überall von Nutzen ist, bei Betrachtung von Naturerscheinungen bis auf die eigentliche Grunderscheinung, das Ur-Phänomen, zurückzugehen, so wird es nun, wenn man zum Gewahrwerden ähnlicher Verhältnisse in enger begrenzten Organismen gelangt, immer von besonderem Interesse sein, sich stets an diejenigen Erscheinungen mit Bestimmtheit zu erinnern, an welchen wir diese Verhältnisse zuhöchst und zuerst erkennen."

Ich habe Ihnen diese ganze Stelle mitgetheilt, um zu zeigen, welchen Werth man auf solche Zahlenverhältnisse zu legen versucht hat. Wohin das führen mußte und wirklich geführt hat, wird Ihnen, nach unserer gegenwärtigen Kenntniß vom Sonnensystem, von selbst einleuchten. Aber es haben dergleichen Betrachtungen hie und da großen Anklang gefunden und finden ihn wohl noch, was mich um so mehr veranlaßte, halbvergessene Sünden in Erinnerung zu bringen, um vor neuen zu warnen, mindestens Sie vor der Theilnahme daran.

Wenn man ferner aus einer stetigen Bewegung in todten unorganischen Massen sofort auf organisches Leben in denselben schließt, so ist das eine auf ungenauen Thatsachen aufgebaute und deshalb falsche Folgerung.

Wenn Jemand aus dem Begriff des Wortes, welches zur Bezeichnung einer Erscheinung dient, das Gesetz derselben entwickeln will, so ist das ebenfalls unpassend, denn jenes Wort entspricht nur dem Begriff, welchen man zu einer gewissen Zeit davon hatte, es bezeichnet höchstens die menschlichen Kenntnisse von dem Dinge, nicht das Ding selbst.

Es ist mehrfach versucht worden, eine philosophische Naturkunde, eine philosophische Erdkunde, und wie wir soeben gesehen haben, sogar eine philosophische Himmelskunde auszubilden, d. h. die uranologische Welt, wie die Erde, aus dem Begriff zu construiren; allein stets mit schlechtem Erfolge. Die Erzeuger dieser seltsamen Producte der Wissenschaft irren namentlich darin, daß sie glauben, in der Natur müsse genau dieselbe Ordnung herrschen, wie in ihren Ideen.

Wer sich nicht überzeugen kann, daß dies eine ganz unpassende Voraussetzung ist, der darf sich nicht wundern, wenn er fortwährend im Dunkeln tappt, und ein besonderes Unglück ist es für ihn, wenn er durch irgend einen Zufall zu gewissen Resultaten geführt wird, die die Erfahrung bestätigt, denn dann wird es doppelt schwer sein, seinen Geist wieder von unfruchtbarer Speculation abzulenken und in fruchtbringenderer Weise zu beschäftigen. Die empirischen Naturforscher dagegen folgern ihre Ideen aus Thatsachen; es sind nur Abstractionen derselben; waren die Kenntnisse von diesen Thatsachen mangelhaft, so sind es die Ideen ebenfalls.

Man faßte ferner oft Dinge zusammen, die nicht nothwendig zu einander gehören, und trennte andere, die sehr wohl vereinigt sein können. Ist eine bestimmte Anschauung einmal geläufig geworden, ist sie gleichsam mit uns verwachsen, dann sind wir zuletzt von Dingen überzeugt, für die eigentlich nicht die Spur eines Grundes zu finden ist.

Wie schwer dies zu überwinden, mag Ihnen ein Beispiel erläutern, das ich Mill's vortrefflicher Logik der inductiven Wissenschaften entnehme.

Vor mehr als anderthalb Jahrhunderten galt es für eine ganz unbestrittene und als keines Beweises bedürftige, philosophische Maxime, daß „ein Ding da nicht wirken kann, wo es nicht ist". Mit dieser Waffe führten die Cartesianer einen hef-

tigen Kampf gegen die Gravitationstheorie, welche, da sie ihnen zufolge eine so offenbare Absurdität einschloß, durchaus und gänzlich zu verwerfen war; die Sonne konnte unmöglich auf die Erde wirken, da sie nicht bei ihr ist. Es konnte nicht überraschen, daß die alten astronomischen Systeme diesen Einwurf gegen das neue machten, aber die falsche Annahme betrog selbst Newton, der zur Abwehr dieses Vorwurfs einen feinen Aether ersann, welcher den Raum zwischen der Erde und der Sonne ausfülle und durch seine Dazwischenkunft zur näheren Ursache des Phänomens der Gravitation werde.

„Es ist undenkbar, sagt Newton in einem Briefe an Dr. Bentley, daß die leblose rohe Materie wirken könne, ohne gegenseitige Berührung — daß die Schwere der Materie eingeboren, inhärirend, unwesentlich sei, so daß ein Körper auf Entfernung durch einen leeren Raum wirken kann, ohne die Vermittelung von etwas Anderem, durch welches die Thätigkeit und Kraft von dem einen auf den anderen übertragen wird, scheint mir eine so große Absurdität zu sein, daß ich glaube, Niemand kann bei der erforderlichen Fähigkeit über philosophische Gegenstände zu denken, darein verfallen."

Gegenwärtig finden wir nicht die geringste Widernatürlichkeit jener Newton selbst noch undenkbaren Wirkung in die Ferne, und das Mittel, welches er wählte, um diese Klippe zu umgehen, der Aether, erleichtert uns das Auffassen der Erscheinung nicht im Mindesten. In der That ist es gleich unerklärlich, daß Körper auf einander wirken, wenn sie sich berühren, als wenn sie getrennt sind und sich nicht berühren; das Erste erscheint uns nur glaubhafter, weil wir länger gewohnt sind, diese Wirkung zu beobachten.

Wenn ein Newton, sagt Mill, im Gebrauch eines solchen Argumentes so gröblich irren konnte, wer kann darin noch sicher gehen? Aprioristische Sätze sind daher immer außerordentlich gewagt, besonders wenn sie nicht für den Zweck der Forschung aufgestellt werden, d. h. wenn man nicht sucht, sie durch Experimente oder Beobachtungen zu bestätigen oder zu widerlegen. Sie begreifen, warum die Naturforschung deshalb so häufig von relativen Wahrheiten, die sie gefunden, statt von absoluten spricht, weil ihr wohl bewußt ist, daß die Thatsachen,

die sie gefunden hat, beschränkt und ungenau sind wegen der Begrenztheit ihrer Beobachtungsmittel; daß die Ideen, durch welche sie verbunden werden, oft nur vorübergehend den Anforderungen unseres Verstandes genügen. Ich komme auf den erwähnten Fall zurück, daß vor Kurzem nur 12 Planeten bekannt waren; heute ist die Zahl auf 23 oder 24 gestiegen, und es giebt keinen Grund zu glauben, daß die Zahl derselben damit abgeschlossen sei. Die zu der Zeit, als man nur von 12 Planeten wußte, bekannten 56 chemischen Elemente sind bis zu 63 angewachsen; es ist nicht unwahrscheinlich, daß noch mehr gefunden werden, aber um nichts wahrscheinlicher als das Auffinden neuer Planeten. Ebenso verhielten sich diese beiden Dinge auch früher, und doch hat es viel mehr Menschen gegeben, welche die erstere Zahl für eine absolute Grenze hielten, als die letztere, warum? weil zufällig für sie die Zahl 12 andere Eigenschaften hatte, als die Zahl 56.

Beide entsprangen der beschränkten Zahl der Beobachtungen, beide der Begrenztheit der Untersuchungsmittel. Auch der kühnste Denker, der erhabenste Geist, kann keinen Schluß ziehen, zu dem die nöthigen Unterlagen fehlen. Es ist aber eine merkwürdige Seite der geistigen Thätigkeit, daß oft die Behauptungen um so kühner werden, je weniger sie berechtigt sind, und der Forscher ist um so übler daran bei dem Kampf gegen diesen falschen Reichthum an Wahrheiten, da er nur Armuth dagegen zu bieten hat.

Aber nicht blos an reines abstractes Denken gewohnte Gelehrte ließen sich dazu hinreißen, sondern auch praktische Beobachter. Wenn einer der ersteren, indem er die Schwerkraft und die Cohäsion aus der Idee erklärt, aber doch findet, daß diese Erklärung nicht mit der Wirklichkeit stimme und dann diesen Fehler auf die Natur schiebt, welche die Unterschiede nicht festzuhalten wisse, so liegt der Irrthum in der falschen Anschauung von der Natur des menschlichen Geistes; ganz anderer Art ist der Fehlschluß eines großen französischen Geologen (Elie de Beaumont), der jetzt von den Gebirgen unserer Erde behauptet, sie folgten alle den Richtungen größter Kreise, deren Lage genau mit der Flächenlage einer Anzahl in die Erde hinein gedachter Krystallgestalten zusammenfalle, und diese krystallographische Gesetzmäßig-

keit der Gebirgserhebungen sei eine nothwendige Folge der allgemeinen Contraction der Erdkugel bei ihrer Abkühlung.

Die erste dieser Behauptungen ist blos eine Anwendung einer Ansicht, die auch unser großer deutscher Denker Leibnitz theilte, daß alle natürlichen Phänomene aprioristisch erklärt werden könnten. Für Leibnitz war das Wunder überall da, wo eine Thatsache mit den Ideen des Menschen nicht zu vereinen war; eine Ansicht, die Sie noch bei Vielen bis zum heutigen Tage finden.

Elie de Beaumont dagegen ist durch falschen Gebrauch sehr mühsamer und sorgfältiger Beobachtungen zu seinem Irrthum verleitet worden, wenn es erlaubt ist, jenen Gedankengang hier so zu bezeichnen, während Raum und Zwecke nicht gestatten, das Irrthümliche speciell nachzuweisen.

Es kann ferner die neue Erklärung eines Phänomens so gegen alle hergebrachten und eingewohnten Ideen verstoßen, daß es für solche, die an diese Anschauungsweise nicht gewöhnt sind, fast unmöglich ist, sie zu begreifen, und gleichwohl kann sie ganz richtig sein. Denn nichts ist schwerer als solche eingerostete Begriffe und Vorurtheile zu überwinden. Die Gegner des Copernicus und Galilei z. B. sind nicht blos in den Reihen der religiösen Fanatiker zu finden. Daher gelingt es auch nur den eminentesten Geistern, für die Wissenschaften neue Basen zu finden und neue Wege zu bahnen, und es bedarf allemal einiger Zeit, um in der Denkgewohnheit der Masse die alten bekannten Bilder und Ideen zu verwischen. Neue Beobachtungen werden daher, wenn sie nicht unmittelbar alten Annahmen widersprechen, erst fruchtbar in der Hand des Meisters; in diesem Falle zerstören sie aber oft mit einem Schlage die anscheinend felsenfestesten Theorien.

Es ist ganz unzweifelhaft, daß die Antipoden einst allen Menschen unbegreiflich erschienen, aber es genügte eine Beobachtung, um den Beweis ihrer Existenz zu führen. Man darf darum einer Beobachtung nicht den Glauben versagen, weil sie in dem gleichförmigen Gange der Erfahrung bis jetzt noch nicht gemacht worden war; denn nie beweist ein negativer Einwurf etwas gegen eine positive Begründung. Die Erfahrung bildet den einzigen Maßstab für die Richtigkeit unserer Ideen und

Begriffe, denn wir haben allemal diese aus jener geschöpft, sei es direct oder indirect. Doch muß die Erfahrung eine wirkliche, keine scheinbare sein, wie der Aufgang der Sonne. Unglaublich ist nur, was den bisherigen Erfahrungen direct widerspricht; denn die bloße Möglichkeit oder Unmöglichkeit, es zu denken, erweist eben so wenig etwas für das Dasein als für das Nichtdasein eines Dinges.

Sie werden daher bei der Verfolgung der Entwickelung der empirischen Wissenschaften sehen, wie schwer es selbst bei den Beobachtungen ist, sich von jeder Täuschung fern zu halten, zu sagen, was man erfahren (beobachtet) und was man erschlossen hat. Unser Gedankengang, wie unsere Sinneseindrücke sind zum Theil reine Folgen der Gewohnheit, und wir irren uns selbst in dem, was wir mit Händen greifen können. So ist es bekannt, wie man zwei Kugeln fühlt, wenn man mit geschlossenen Augen eine mit gekreuzten Fingern berührt, oder daß einem Verstümmelten der Arm schmerzt, den er lange Zeit vorher verlor. Es ist sogar vorgekommen, daß man einen relativ leichten Körper für schwer hielt, blos weil er seiner Natur nach zu den Metallen gehörte. Es wird Ihnen im Kosmos aufgefallen sein, wie außerordentlich scharf und genau v. Humboldt das scheidet, was von ihm oder von Anderen beobachtet, und das, was gefolgert worden ist; wie er überall bemüht ist, die Erscheinung in höchster Bestimmtheit und Objectivität zu beschreiben, ehe er sich erlaubt, daraus Resultate zu ziehen. Wie selten gestattet sich der große Empiriker eine Generalisation, da er weiß, zu welchen Kraftverschwendungen eine einseitige Voraussetzung führt, die an hinreichender Genauigkeit Mangel leidet. Wie scharf unterscheidet er die Vermuthung von der Wahrscheinlichkeit, und diese von der Gewißheit!

In welchem grellen Lichte treten dagegen die Speculationen der meisten Dialektiker hervor, mit welcher Sicherheit deduciren sie als allgemeine Wahrheiten die rein subjectiven Schöpfungen ihres Geistes. Es versteht sich von selbst, daß zwischen den Gesetzen des Geistes und denen der äußeren Welt eine Verbindung stattfindet, da ja alle unsere Ideen und Gedanken ursprünglich durch Einwirkungen von außen entstanden sind; aber diese Verbindung ist keine genaue, und wenn man Abstractionen

beliebig oder gewaltsam zusammenfügt, Gegensätze zu denselben und Mittelglieder sucht, so macht diese technische Geschicklichkeit dem menschlichen Geiste alle Ehre, aber die Folgerung, daß diese neuen Producte nun auch nothwendig in der realen Welt existiren müßten, ist eine gänzlich falsche.

Es scheint mir, daß dieses einer der Grundirrthümer der meisten speculirenden Metaphysiker sei, die gänzlich vergessen, wie sie eigentlich zu ihren Abstractionen gekommen sind, und was mit denselben gesagt ist.

Für den Empiriker knüpft sich der Gedanke ursprünglich allemal an eine Erscheinung, und in dem Ausdruck, durch welchen er dieselbe bezeichnet, liegen (dies ist wenigstens sein Streben) alle die Thatsachen eingeschlossen, welche uns von jener Erscheinung bekannt sind. Es hängt also die Vollständigkeit des Gedankens, welchen der Ausdruck repräsentirt, sowohl von der Menge und der Vielseitigkeit der beobachteten Thatsachen ab, welche überhaupt von der Erscheinung bekannt sind, als von der Kenntniß, welche das Individuum von ihnen besitzt. Es ist klar, daß in beiden Beziehungen die Genauigkeit und Klarheit eine durchaus verschiedene, wechselnde sein kann, die durch den Ausdruck der Erscheinung nicht bestimmt wird. Sie werden daher finden, daß die Forscher nie eine Erscheinung behandeln, ohne alle die Thatsachen zu erwähnen, welche ihnen bekannt sind und welche zu ihrer Bestimmung dienen können; nur auf dieser Basis ist eine vernünftige, allgemein verständliche Theorie möglich, eben weil auf diese Weise aus den Thatsachen der Begriff entwickelt wird.

Dieser Methode steht die Anschauung des Dialektikers direct entgegen, denn er entwickelt die Thatsachen aus dem Begriff, das Besondere aus dem Allgemeinen, weil er an eingeborene absolute Ideen glaubt oder vielmehr von ihnen überzeugt ist.

Eine Vereinigung zwischen diesen beiden Wegen ist unmöglich, einer muß durchaus falsch sein. Ich meinestheils kann natürlich nicht anders als denjenigen für richtig halten, dessen Beweismittel auch für die Gegner Ueberzeugungskraft haben. Die Gründe der Dialektiker haben die Empiriker nicht überzeugt, daß es nur 6, 7, 12 oder 13 Planeten geben könne, daß die

magnetische Nadel sich parallel dem elektrischen Strome stellen müsse u. s. w. Letztere haben dagegen eine Reihe neuer Weltkörper beobachtet (entdeckt), die unserem Sonnensystem angehören, und die Dialektik hat diese Thatsachen ebenso wie die senkrechte Stellung der Nadel gegen den Kupferdraht einer galvanischen Batterie anerkannt. Nie wurden bis jetzt, wo ein Widerspruch war, die Thatsachen durch Ideen widerlegt, sondern immer die Ideen durch die Thatsachen. Sie werden es natürlich finden, wenn die Empiriker daraus die Folgerung ziehen, daß ihr Weg der allein sichere sei.

Es giebt manche Operationen, welche Empiriker und Dialektiker gemeinsam anwenden, um zu Resultaten zu gelangen; immer erkennt aber der Empiriker auch dabei die Denkgesetze nur an, in so fern sie als Generalisationen der Erfahrung sich darstellen. Es ist daher die ganze geistige Thätigkeit des Forschers nichts als eine Combination von Thatsachen, und er würde darin nie irren, wenn nicht zu einer absoluten Wahrheit die richtige Verbindung aller Thatsachen gehörte. Nur an der Beschränktheit derselben scheitert oft sein Bemühen.

Bei dem Dialektiker sind, wie gesagt, ein Theil der Gesetze Axiome, eingeborene absolute Ideen, bei dem Empiriker sind es Wahrheiten, die durch das Experiment gefunden wurden. Ich habe deshalb Ihnen im Beginn dieses Briefes die Vortheile des Experimentes vor der bloßen Beobachtung kurz angedeutet, weil in den meisten Fällen nur das für eine Grundwahrheit gehalten werden kann, was sich durch das Experiment beweisen läßt; nur in einzelnen Fällen ist die Anzahl der Beobachtungen so ungemein groß und so übereinstimmend, daß die Empiriker dann auch aus solchen gefolgerte Gesetze als Axiome betrachten. Ich weiß, daß Dialektiker diese Definition der Axiome überhaupt nicht zugeben werden, und es ist schwer sie zu überzeugen, da die Entwickelungsgeschichte des menschlichen Geistes sich oft nicht so weit zurückverfolgen läßt, um den wahren Ursprung der einfachsten Axiome in ihr nachzuweisen. Gleichwohl muß ich darauf bestehen, denn ich kann die einfachsten Grundwahrheiten nicht im Princip von den anderen complicirteren trennen; ich meine, sie sind in derselben Welt der Erfahrung gefunden, nur mit viel größerer Sicherheit.

Herschel steht nicht an, sogar die Axiome der Geometrie als reine Producte der Erfahrung zu bezeichnen, und dies sind doch gewiß die einfachsten Wahrheiten und von so geringer Zahl, daß sie zuerst darauf Anspruch hätten, eingeborene Begriffe zu sein; gleichwohl appelliren alle Mathematiker bei ihnen an die Intuition.

Wie zusammengesetzt, wie zahlreich sind dagegen die Grundwahrheiten der übrigen exacten Wissenschaften. Humboldt wird man gewiß nicht den Vorwurf der Einseitigkeit in seinem Denken machen können, aber die Axiome der Natur sind auch für ihn so vielfältig, so außerordentlich verwickelt in ihrem Erscheinen, daß er fortwährend an die einzelnen Thatsachen anzuknüpfen genöthigt ist, um die Welt durch seine Ideen für unseren Verstand zu einem ewigen Ganzen zu verbinden.

Der Begriff, die Idee als eine Realität, existirt für den Naturforscher nicht, am wenigsten hält er sich berechtigt, durch kunstfertiges Handhaben der Sprache verborgene Naturprocesse zu entwickeln, wie denn in seinen Augen die formelle Logik nicht berechtigt, die Gesetze der Sprache auf die Natur zu übertragen.

Es ist dies ein anderer großer Fehler, welcher wesentlich allen sogenannten naturphilosophischen Irrthümern zu Grunde liegt, und wohl zugleich ein schlagender Beweis dafür, daß unsere Weltanschauung nichts ist, als die Geschichte unseres Geistes. Vergegenwärtigen Sie sich nur die Zeit, wo für die durch beobachtete neue Erscheinungen in uns angeregten Ideen Worte gefunden oder gebildet werden müssen, was wird dann nicht zuweilen in einem Ausdruck zusammengefaßt?

Ich brauche nur beispielsweise zu erinnern an solche neue Begriffe, wie „thierischer Magnetismus". Die Erscheinungen desselben stehen mit dem Magnetismus des Eisens und der Erde, so weit wir jetzt davon wissen, in gar keinem Zusammenhange. Es sind geradezu heterogene Dinge, aber es ist sehr möglich, daß, wenn der Name beibehalten wird, irgend ein Dialektiker der Zukunft dann die Idee des organischen Magnetismus, gerade weil es noch eine ganz unerklärte Erscheinung ist, aus der des anorganischen entwickelt und damit die Wissenschaft nur um eine neue Irrlehre bereichert. Wie oft ist nicht schon die Centrifugalkraft, ihrer nicht ganz bezeichnenden Benennung wegen,

für eine wahre, vom Mittelpunkt ausgehende Fliehkraft gehalten, und als ein polarer Gegensatz der centralen Anziehung oder Gravitation bezeichnet worden. Hat man doch selbst einen inneren und wesentlichen Zusammenhang gesucht zwischen den Zeichen und Namen der Planeten und der Metalle.

Man muß nie das Wort prüfen, welches aus momentanen Ansichten entsprang, sondern die Erscheinung, wenn man zu irgend einem Resultat gelangen will. Die dialektische Naturforschung aber besteht oft wesentlich nur in dem sprachlichen Experimentiren mit Ausdrücken für Erscheinungen der Natur. Dieser Weg zur Ermittelung der Wahrheiten ist so widernatürlich, er widerstreitet so sehr allen und jeden Erfahrungen, daß es fast unbegreiflich scheinen kann, wie so viele große Geister ihn haben einschlagen mögen, zumal da die Geschichte der Wissenschaften lehrt, daß nie eine naturwissenschaftliche Wahrheit auf diese Weise gefunden worden ist. Nur der Umstand mag es erklären: daß die Philosophie der Griechen, welche sich principiell der Beobachtung, dem Experiment abwandte, so lange die Geister in ihrem Banne gehalten hat. Aber wie unermeßlich ist der Fortschritt der exacten Wissenschaften gewesen, seitdem man diesen Bann glücklich durchbrochen hat, und wie gering die Unterstützung, welche der Naturforschung von allen Denen geworden ist, die nicht die Natur als erste und einzige Quelle alles Wissens ansehen. Die Denkkraft, die Schärfe des Urtheils, die Leichtigkeit der Vergleichung, die Bestimmtheit der Vorstellung genügen nicht allein, um sich in der Natur zurecht zu finden, sondern auch die Beobachtungsfähigkeiten müssen bis zu einem gewissen Grade entwickelt sein und sich zu jenen höheren Thätigkeiten des Geistes gesellen, wenn nicht die feste Basis fehlen soll, auf der die Schlüsse ruhen können.

Sind doch selbst im Beobachten ergraute Forscher fortwährenden Täuschungen ausgesetzt, weil sie häufig, gerade wie der Dialektiker, das Bild, was sie mit sich herum tragen, in jeden Gegenstand versetzen, den sie sehen, so daß es ihnen gleichsam daraus zurückzustrahlen scheint. Aber der Irrthum, die Täuschung Einzelner, selbst die Aller, fällt nicht der Methode zur Last, sondern nur individueller Unvollkommenheit. Moleschott sagt in seinem Kreislauf des Lebens S. 66: „Es ist ein dem

menschlichen Hirn sehr geläufiges Verfahren, daß es im einzelnen Fall einen allgemeinen Schluß auf eine beschränkte Reihe von Beobachtungen gründet. Aus dieser Eigenschaft, an der wir Alle leiden, von der sich nur der Eine mehr, der Andere weniger frei zu halten weiß, erklären sich die schroffen Eintheilungen, durch welche wir unsere Umfassungsgabe zu steigern suchen.

So verkehrt es wäre, wenn man solchen Eintheilungen ein Bürgerrecht in der Wissenschaft gestatten wollte, so sicher ist es doch, daß gerade jene Versuche, die überall ineinander greifenden Erscheinungen, den kreisenden Strom des Naturlebens in fest begrenzte Fachwerke einzudämmen, erst neue Beobachtungen und dann Gedanken hervorrufen."

Sie werden wissen, wie einseitige Menschen überall einen falschen Maßstab gebrauchen, und nur selten findet sich ein so vielseitiger Geist wie Humboldt, der die Harmonie seines Innern auch auf seine Werke zu übertragen vermag.

Von der Ueberzeugung durchdrungen, daß keine Wissenschaft, die ihren Zweck in der realen Welt hat, zu vernünftigen Resultaten führen kann, so lange man die Beobachtung vernachlässigt, verweilte ich so lange bei den Worten Humboldts, welche auf den Werth der Thatsachen, d. h. genauer, sorgfältiger Beobachtung, aufmerksam machen.

In den eracten Wissenschaften hat die Inductionsmethode, die Herleitung der allgemeinen Wahrheiten aus den einzelnen Fällen, bereits so vollständig gesiegt, daß Dialektiker beinahe aufgehört haben, sich damit zu beschäftigen, um so viel mehr aber sind ihre Speculationen dem Menschen zugewendet worden, und es ist zu fürchten, daß diesem daraus wenig Heil und Segen erwachsen werde.

Ist der Mensch nicht auch ein Theil der Natur, steht er etwa nicht unter den Gesetzen derselben? Mir scheint, daß selbst in den Wissenschaften, welche unmittelbar das Wohl der Menschheit zum Zweck haben, die Beobachtung der Thatsachen zum Theil noch zu sehr vernachlässigt worden ist.

In historischen Werken von großem Ruf findet man gar häufig als allgemeine Wahrheiten aufgestellt, was nichts als unberechtigte Generalisation aus einer beschränkten Anzahl von Fällen ist. Manche dieser allgemeinen Redensarten sind fast

sprüchwörtlich geworden, wie z. B. „feig wie ein Tyrann"; obgleich viel mehr Fälle gegen, als für die Behauptung aufzustellen wären, daß Tyrannen allemal feige seien; Feigheit als Mangel an Muth, und Herrschsucht oder Grausamkeit sind Eigenschaften, die in keiner nothwendigen Verbindung stehen, sie können vereint, und auch nicht vereint gefunden werden. Die Phrenologie hat hierin einen weit naturwissenschaftlicheren Weg angebahnt, als die frühere Anthropologie verfolgte.

Die falschen Folgerungen aus der Geschichte und Anthropologie bestrafen sich aber vielleicht noch nicht so sichtlich, als die der Nationalökonomie, welche bis jetzt den Einfluß der inneren Natur des Bodens noch fast gänzlich ignorirt hat. Den empirischen Naturwissenschaften liegt nur ob, die Gesetze der Natur aufzufinden, sie anzuwenden ist zunächst nicht ihre Aufgabe.

Fürchten Sie aber nach dem Allen nicht, daß der Weg der Forschung zuletzt zu einem unübersehbaren Chaos von Thatsachen führen werde; im Gegentheil, sie eint fast noch mehr, als sie trennt und gliedert.

Da der Empiriker durchaus der Kenntniß aller beobachteten Erscheinungen bedarf, so kann er der Uebersichtlichkeit gar nicht entbehren, und der Vorwurf, daß er nicht die Welt von einem allgemeinen Standpunkte zu betrachten suche, ist gänzlich grundlos.

Diesen allgemeinen Standpunkt sucht er stets, gerade um von ihm aus die Welt der Erscheinung in den Grenzen seines Fassungsvermögens zu überschauen; freilich ist derselbe bis jetzt noch nicht gefunden. Man arbeitet zum Theil noch an der Basis der Pyramide und ist weit von der Spitze entfernt. Aber bedenken Sie auch, welchen mikroskopisch kleinen Theil dieser unendlichen Welt wir Menschen bilden, nach allen Seiten begrenzt sich das Gebiet unserer Erfahrung, durch Zeit, Raum und die Unvollkommenheit unserer natürlichen oder künstlichen Beobachtungsmittel. — Wer müßte sich, wenn er die Geschichte des Naturwissens überblickt, trotzdem nicht von einem stätigen Fortschritt überzeugen? Fehler sind unvermeidlich, denn „es irrt der Mensch, so lange er strebt". Aber die Fehler werden erkannt und immer geringer.

Lassen Sie mich nun zum Schluß noch einmal das Wesen,

den Geist, in welchem der Kosmos die Naturerkenntniß aufzufassen bemüht ist, in ein mathematisches Bild zusammendrängen.

Unter Erkenntniß — Begreifen — der Welt versteht er überall den Nachweis von Wirkung und Ursache, von einem unabänderlichen, nothwendigen gesetzmäßigen Zusammenhange der Dinge. Er setzt diesen Zusammenhang einstweilen auch da voraus, wo er ihn noch nicht gefunden hat. Es ist der Forschung gelungen, durch eine Anzahl von angenommenen, immer näher zu bestimmenden Grundkräften den Zusammenhang schon sehr vieler Erscheinungen zu erklären, und wo sie es noch nicht kann, da liegt wenigstens kein Grund vor, daß es ihr nicht einst gelingen sollte. In dem großen Problem, welches das Weltall für uns bildet, fanden sich früher eine viel bedeutendere Menge von unbekannten Größen, als deren jetzt die Wissenschaft bedarf, um das Gesetz einer Erscheinung so fest zu stellen, wie etwa ein Mathematiker eine unbekannte Größe aus ihren Verhältnissen durch eine Gleichung bestimmt.

In den Gleichungen des Naturforschers sind: Lebenskraft, Elektricität, Magnetismus, Wärme, Licht, Gravitation u. s. w. die v, w, x, y, z des Mathematikers. Aufgabe der Wissenschaft ist es nun, zwischen diesen Unbekannten neue Gleichungen zu finden, welche v, w, y und z als Functionen von x erkennen lassen, und so die Möglichkeit gewähren, alle Unbekannten bis auf eine zu eliminiren.

Es läßt sich als möglich denken, daß einst das ganze Räthsel dieser Welt in eine Gleichung mit einer einzigen Unbekannten gebracht werden kann. Dann würde der Form nach die Lösung desselben möglich sein. Aber — um beim Bilde zu bleiben — diese Gleichung mag von einem Grade sein, dessen Höhe dem Menschengeiste jede factische Lösung unmöglich macht.

Dieses letzte, dieses einzige x wird dann die Naturforschung nie finden können, sie kann es höchstens formell bestimmen, aber sie kann es nicht begreifen. Sie streckt hier ihre Waffen und der geheimnißvollen Ehrfurcht bleibt ein unbegrenzter Spielraum.

Index,

in welchem zugleich die in den Briefen nicht besprochenen wissenschaftlichen Ausdrücke des Kosmos erläutert sind.

Aberration des Lichtes 124. 184.
— der Erde 283.
— der Himmelskörper 281.
— des Mars 282.
— des Mondes 337.
Absiden sind die zwei Endpunkte der großen Axe einer Planetenbahn. Der eine heißt Perihel, der andere Aphel. 324.
Abstände der Fixsterne 254.
Adler 56. 57.
Aegyptisches System 264.
Aehre 63.
Aenderung der Erdbahnlage 316.
Aequator oder Gleicher ist derjenige größte Kreis der Erde oder eines Planeten, der in allen seinen Punkten gleich weit von den beiden Umdrehungs-Polen derselben absteht. Er ist unter allen Parallelkreisen der größte. Er theilt die Erde in die nördliche und südliche Hälfte.
Aequatorhöhe, der Winkel des Aequators mit dem Horizont für jeden Ort der Erde. Die Aequatorhöhe ist daher stets gleich 90 Grad weniger der Polhöhe, oder, was dasselbe ist, gleich 90 Grad weniger der geogr. Breite.
Aequinoctialpunkte, Aequinoctien oder Nachtgleichen sind die zwei Punkte, in welchen sich die Ebene des Aequators und die der Ekliptik (Erdbahnebene) am Himmel schneidet. Der eine heißt Frühlingsäquinoctium oder Frühlingspunkt, der andere, ihm gerade gegenüber, Herbstäquinoctium. In jenem erscheint uns die Sonne am 21. März, in diesem am 22. September, an welchen beiden Tagen überall auf der Erde Tag und Nacht gleich lang sind, weil die Sonne gerade über dem Aequator steht. Mitten zwischen diesen beiden Punkten liegen die Solstitien, in welchen die Sonne im Sommer am höchsten und im Winter am tiefsten steht.
Aerolithen 201. 428.
Aerolithenringe 201. 428.
Aesthetiker 32.
Aesthetische Naturbetrachtung 27.
Aether 82. 105.
Aggregatzustände 35.
Albireo 56.
Alcyone 61.
— als Centralsonne 204.
Aldebaran 61.
Allerweltglücksstern 65.
Alpengebirge a. d. Monde 362.
Amerikanische Gans 68.
Andromeda 55.
Anomalie eines Planeten ist der Winkel, welchen in einem bestimmten Zeitpunkt sein Radius Vector (seine Entfernung von der Sonne) mit der großen Axe seiner elliptischen Bahn bildet. Ist der Planet in seinem Perihel, so ist seine Anomalie Null, und im Gegentheile gleich 180 Grade, wenn der Planet in seinem Aphel ist.
Antinous 57.
Apennin-Gebirge a. d. Monde 362.
Aphelium, Sonnenferne, ist derjenige Punkt einer Planetenbahn, der von der Sonne am weitesten entfernt ist.
Aratus 51. 58. 65.
Arctur 54.
Aristarch a. d. Monde 366.
Aristillus a. d. Monde 365.
Aristoteles a. d. Monde 361.
Asteroiden 391.
Asträa 63.
Astronomie 96.
Athmung 96.
Atlas a. d. Monde 358.

Atmosphäre der Erde 152.
— des Mars 388.
— der Sonne 168.
Atomengewichte 95.
Attair 57.
Aeußere Planeten 391.
Axe, der Kreise. Eine gerade Linie, die durch den Mittelpunkt eines Kreises, senkrecht auf seine Fläche geht, ist die Axe dieses Kreises. Ist dieser Kreis um eine Kugel verzeichnet, so heißen die beiden Punkte, wo die Axe des Kreises die Kugelfläche schneidet, die Pole des Kreises. So sind die beiden Weltpole die Pole des Aequators sowohl als auch die aller Parallelkreise. — Axe der Erde oder Erdaxe ist also derjenige Durchmesser der Erde, der durch die beiden Erdpole geht oder der senkrecht auf dem Aequator steht. Verlängert trifft diese Axe den Himmel in den beiden Weltpolen. — Große Axe der Planetenbahnen ist die größte Gerade, welche man in der elliptischen Bahn ziehen kann. Sie geht durch den Mittelpunkt und durch die beiden Brennpunkte der Ellipse. Eine andere Gerade, die durch den Mittelpunkt der Ellipse, senkrecht auf die große Axe derselben geht, heißt die kleine Axe der Ellipse.
Azimut eines Sternes ist der Winkel, welchen der Höhenkreis desselben mit dem Meridian bildet, oder es ist derjenige Bogen des Horizontes, der zwischen dem Meridian und dem Höhenkreise des Sternes enthalten ist. Man zählt das Azimut von Süd gegen West bis 360 Grad. 48.
Bär 51. 52.
Bärenhüter 53.
Bahnen der Planeten sind die Wege, welche die Planeten in ihrem Laufe um die Sonne beschreiben. Diese Wege sind krumme Linien, und zwar Ellipsen.
Bahngestalten der Himmelskörper 73.
Bahre 52.
Becher 67.
Bellatrix 66.
Beobachtungsfehler 156.
Berg Menalus 60.
Bestandtheile der Meteorsteine 434.
Beteigenze 66.
Beugung des Lichtes 106.
Bewegung 94.
Bewegung aller Himmelskörper 70. 183.
Bewegung der Doppelsterne 183.
Bewohnbarkeit des Mondes 343.
Bielascher Komet 426.
Biene 68.
Bildhauerwerkstatt 68.
Bock 65.
Bootes 53.
Brandenburgischer Adler 58.
Brandenburgisches Scepter 66.
Breite 48.
Breite der Gestirne ist der senkrechte Winkelabstand derselben von der Ekliptik, also ihre kürzeste Entfernung davon. Sie ist nördlich oder südlich, je nachdem das Gestirn über oder unter der Ekliptik steht. Die Breite der Sonne ist natürlich immer gleich Null.
Breitenkreis eines Gestirnes ist derjenige größte Kreis am Himmel, der durch das Gestirn und durch den Pol der Ekliptik geht.
Brennpunkte der Ellipse sind zwei Punkte der großen Axe derselben, welche die Eigenschaft besitzen, daß die Summe ihrer beiden Abstände von irgend einem Punkte des Umfanges der Ellipse gleich ihrer großen Axe ist.
Buchdruckerwerkstatt (statt Presse) 67.
Bürg a. d. Monde 359.
Buffon 2.
Bunte Tage 231. 233.
Canicularia 67.
Canopus 67.
Capella 59.
Cassiopeja 54.
Centaur 67.
Centralsonne 205. 198.
Centrifugalkraft 38.
Centripetalkraft 40.
Cepheus 54.
Ceres 63.
Chamäleon 68.
Chemische Elemente 8.
Chemischer Apparat 68.
Chemische Stoffreihe 8.
Chemische Verwandtschaft 7. 12.
Chemische Wirkungen 7.
Chiron 64.
Chronometer 155.
Chronoskop 157.
Circumpolarsterne sind diejenigen Sterne, die zunächst bei dem uns sichtbaren Pol des Aequators, für uns also beim Nordpol stehen.
Cleomedes a. d. Monde 358.
Coluren sind die zwei Declinationskreise, von welchen der eine durch die Aequinoctien geht, während der andere auf dem ersten senkrecht steht. Jener heißt der Colur der Nachtgleichen und dieser der Colur der Solstitien. Jener schneidet die Ekliptik in

den beiden Aequinoctien, und dieser in denjenigen beiden Punkten, die von dem Aequator, nördlich und südlich, am meisten abstehen, welche beide letzten Punkte auch die Solstitial- oder Wendepunkte der Ekliptik genannt werden.
Complementärfarben 225. 232.
Commutation eines Planeten ist der Winkel, unter welchem aus der Sonne seine Entfernung von der Erde gesehen wird. Ist dieser Winkel gleich Null, so ist der Planet mit der Sonne in Opposition, und ist dieser Winkel gleich 180 Graden, so ist der Planet mit der Sonne in Conjunction.
Concentrische Sternringe 177.
Conjunction. Ein Planet ist mit der Sonne in Conjunction, wenn er von der Erde aus bei der Sonne gesehen wird.
Copernicus a. d. Monde 364.
Copernicanisches System 261.
Coplaneten 391.
Crepusculaelicht 117.
Crotus 64.
Culmination. Ein Gestirn ist in seiner Culmination, wenn es am höchsten über dem Horizonte steht, oder, was dasselbe ist, wenn es durch den Meridian geht. Die Sonne culminirt daher genau um Mittag.
Dantes Sonnen-System 264.
Dämmerung 117.
Declination oder Abweichung eines Gestirnes ist der senkrechte oder kürzeste Abstand desselben vom Aequator. Sie ist nördlich oder südlich, je nachdem der Stern über oder unter dem Aequator steht. 48.
Declinationskreis heißt derjenige größte Kreis des Himmels, der durch den betreffenden Stern und den Pol des Aequators geht. Er steht also allemal senkrecht auf dem Aequator. Er wird auch Abweichungskreis oder Stundenkreis genannt.
Delphin 68.
Deltoton 58.
Deneb 56.
Denebola 62.
Deplation 65.
Dioleftiker 32.
Dioleftische Naturbetrachtung 15.
Diamagnetismus 95.
Diamant 93.
Dichte des Jupiter 394.
Dichtigkeit der Planeten 307.
— der Sonne 266.
Diffraction des Lichtes 106.
Diffuses Licht 108.
Digression oder Ausweichung ist die von der Erde gesehene Winkeldistanz eines Planeten von der Sonne.
Dioskuren 62.
Directe Bewegung eines Gestirns ist eine von West gegen Ost gerichtete; die umgekehrte heißt retrograd oder rückgängig.
Distanz oder Abstand hat eine doppelte Bedeutung. Erstens bezeichnet es den Abstand zweier Körper in einer geraden Linie gemessen, wie z. B. die Distanz zweier Thürme in Meilen. In diesem Sinne wird der Ausdruck in der Astronomie nur selten angewendet. Zweitens bezeichnet es den Winkel, welchen Gesichtslinien zweier Gegenstände von irgend einem Punkt aus gesehen mit einander bilden.
Doppelnebel 216. 224. 249. 257.
Doppelsterne 199. 210. 257.
Doppelte Lichtbrechung 103.
Dore 191.
Drache 52.
Drehung der Absiden 324.
Drossel 67.
Dunkle Linien im Farbenspectrum 98.
Dunkle Weltkörper 188.
Durchgang oder Vorübergang. Wenn Mercur oder Venus, von der Erde gesehen, auf der Sonnenscheibe erscheint, also zwischen Sonne und Erde steht, so nennt man dies ihren Durchgang.
Durchmesser der Sonne 264.
Eidechse 56.
Eimmart a. d. Monde 357.
Einhorn 64.
Ekliptik oder Sonnenbahn ist der Weg, den die Sonne jährlich am Himmel zu beschreiben scheint, den aber eigentlich die Erde beschreibt. Wenn man die Ebene dieser elliptischen Erdbahn nach allen Seiten erweitert, so schneidet sie die Himmelssphäre in einem größten Kreiß, der eben Ekliptik genannt wird. Die Ebene dieses Kreises ist gegen die Ebene des Aequators der Erde 23 Grad 28 Minuten geneigt, und dieser Winkel heißt die Schiefe der Ekliptik. Beide Ebenen schneiden einander in den Aequinoctialpunkten. 310.
Elasticität 93.
Elektra 61.
Elektricität 95.
Elektrisirmaschine 68.
Elemente 8. 35.
Elemente der Alten 16.
Elemente der Planetenbahnen. So nennt man diejenigen Eigenschaften derselben, wodurch sie sich von einander unterscheiden. Es sind: 1) die Länge der großen Axe

der Bahn, 2) die Lage dieser Axe im Weltraum, 3) die Excentricität der Bahn, 4) die Neigung der Bahnebene gegen die Ebene der Ekliptik, 5) die Durchschnittslinie dieser beiden Ebenen (Knotenlinie), und gewöhnlich auch noch 6) die Epoche, das heißt die Bestimmung des Ortes, an welchem sich der Planet zu einer bestimmten Zeit befindet.
Ellipse, eine krumme Linie von eiförmiger Gestalt, welche die Eigenschaft hat, daß die Summe der Entfernungen eines jeden Punktes ihres Umfangs von zwei inneren festen Punkten (den Brennpunkten der Ellipse) immer dieselbe Größe hat.
Elongation oder Digression (Ausweichung) ist die von der Erde gesehene Winkeldistanz eines Planeten von der Sonne.
Emanationshypothese 104.
Emissionshypothese 104.
Empirische Naturforschung 15. 32. 442.
Endymion a. d. Monde 358.
Entfernung der Doppelsterne 203.
— der Fixsterne 193.
— durch Lichtschätzung 79.
Epicykel. Wenn der Mittelpunkt eines Kreises sich auf der Peripherie eines anderen festen Kreises bewegt, so nennt man den ersteren oder beweglichen Kreis einen Epicykel.
Epoche. Der Ort eines Planeten in seiner Bahn für irgend eine gegebene Zeit heißt die Epoche desselben.
Eratosthenes a. d. Monde 364.
Erdbahnhalbmesser 79.
Erdbahnlage 316.
Erde 35. 36. 289.
Erddurchmesser 79.
Erdweite 79.
Eridanus 65. 66.
Erigone 63.
Ernährung 96.
Erndtehüter 59.
Eudoxus 51.
— auf dem Monde 361.
Excentricität. Die Entfernung der beiden Brennpunkte jeder Ellipse von einander nennt man die doppelte Excentricität. Mitten zwischen beiden liegt der Mittelpunkt und der Abstand dieses von einem Brennpunkt ist daher die einfache Excentricität.
Excentricität der Erdbahn 313.
Experiment 442.
Färbung der Sterne 140.
Farbenspectrum 97.
Farbige Schatten 231.
Fernrohr 68.
Fest 35. 37.
Feuer 35. 36.
Feuerkugeln 428.
Firuzabadi 58.
Fische 65.
Fixsternhimmel 47.
Fixsterne 199.
Fixsternsysteme 214.
Flecke der Marsoberfläche 285.
Fliege 58.
Fliegende Fische 68.
Fliehkraft 38.
Flüssig 35. 37.
Fomahand 68.
Formen der Mondoberfläche 352.
Fortrücken der Nachtgleichen 185.
Fortschritte der Naturwissenschaften 91.
Fortuna 63.
Friedrichsehre 55.
Frühlingspunkt, s. Aequinoctialpunkt.
Fuchs 58.
Fuhrmann 58.
Funkeln der Sterne 110.
Galvanismus 95.
Gans 58.
Ganymed 65.
Gasförmig 37.
Gassendi a. d. Monde 368.
Gebirgsketten 43.
Gedankenschnelligkeit 158.
Geminus a. d. Monde 358.
Geocentrischer Ort eines Planeten ist der Ort am Himmel, wo er von der Erde aus gesehen wird, im Gegensatz von dem heliocentrischen oder von der Sonne aus gesehenen.
Geologie 95.
Geologische Wirkungen der Sonne 148.
Geologisches Zeitmaß 311.
Georgs-Harfe 66.
Gerade Aufsteigung gleich Rectascension.
Geschwindigkeit des Lichtes und der Elektricität 145.
Gestaltung der Himmelskörper 5.
Gestalt des Mondes 337.
Gestörte Körper 114.
Gewicht der Planeten 309.
Giraffe 59.
Gleichung der Bahn. Die Astronomen denken sich bei jedem Planeten noch einen sogenannten mittleren Planeten, dessen sie sich zur Vereinfachung ihrer Rechnungen bedienen. Der Unterschied zwischen der Anomalie des wahren und der Anomalie dieses, blos eingebildeten, mittleren Planeten heißt die Gleichung der

Bahn. Diese Gleichung der Bahn ist also auch der Unterschied zwischen der helioc centrischen (von der Sonne gesehenen) Länge des wahren und des mittleren Planeten, oder endlich, diese Gleichung ist der Winkel, welchen die Radii Vectores des wahren und des mittleren Planeten in dem Mittelpunkte der Sonne bilden.
Gluckhenne 62.
Gnomon, eine auf dem Horizont senkrechte Säule, durch deren Schatten die Alten die Höhe der Sonne maßen.
Grabstichel 68.
Grad ist der 360te Theil eines Kreisumfanges, oder vielmehr der Winkel vom Centrum aus, der diesem Theil entspricht.
Gravitation oder allgemeine Schwere. Nach Newton's Entdeckung ziehen sich alle Körper gegenseitig an im Verhältniß ihrer Masse, und umgekehrt wie das Quadrat ihrer Entfernung. 7. 94.
Größe. Bei den Himmelskörpern versteht man darunter ihren Durchmesser, und zwar entweder in Meilen oder in Winkelgraden, Minuten u. s. w. ausgedrückt. So ist z. B. die Größe, d. h. der wahre Durchmesser des Mondes gleich 932 Meilen, der Winkel aber, unter dem wir ihn sehen, der scheinbare Durchmesser 1 Grad 54 Minuten und 2 Secunden.
Größe der Planeten 287.
Größen (verschiedene Begriffe) 76.
Graß 142.
Großer Bär 152.
Großer Hund 67.
Großer Wagen 52.
Grundstoffe 8. 95.
— der Planeten 308.
Hämus Hochland a. d. Monde 361.
Hafiz 62.
Halbschatten der Sonnenflecke 163.
Halley'scher Komet 414.
Harmonie der Sphären 290.
Hase 66.
Haupthaar der Berenice 59.
Heliocentrischer Ort der Planeten ist der von der Sonne aus, gesehene Ort derselben am Himmel, im Gegensatze zu dem geocentrischen (von der Erde aus gesehenen).
Helle Streifen auf dem Monde 365.
Helligkeit der Mondoberfläche 351.
Hemisphäre gleich Halbkugel.
Henne 55.
Herbstpunkt s. Aequinoctialpunkt.
Herkules 56. a. d. Monde 358.
Herschel's Teleskop 59.
Higinus a. d. Monde 362.
Hippalus a. d. Monde 368.
Hiskias 155.
Höhe eines Gestirnes ist der Winkel, unter welchem uns dasselbe über dem Horizonte erscheint, in Winkelmaßen ausgedrückt. Beim Auf- und Untergange ist dieselbe natürlich gleich Null. 48.
Höhenkreis oder Verticalkreis, auch Scheitelkreis genannt, ist derjenige größte Kreis, welcher durch den betreffenden Stern und senkrecht durch den Horizont des Beobachters geht. Der Bogen dieses Kreises, der zwischen dem Stern und dem Horizonte enthalten ist, heißt die Höhe des Sternes.
Horizont ist derjenige größte Kreis des Himmels, dessen Peripherie in allen Punkten um 90 Grad vom Zenith oder Nadir des Beobachters entfernt ist.
Hunde des Al-debaran 61.
Hyaden 61.
Jährliche Gleichung. Eine der größeren Störungsgleichungen des Mondes; ihre Ursache ist die Einwirkung der Sonne.
Jahreszeiten 318. 325.
Imponderabilien 35.
Indianer 68.
Inflexion des Lichtes 106.
Innere Planeten 391.
Interferenz des Lichtes 105. 107.
Irdischer Standpunkt 185.
Isis 63.
Jungfrau 63.
Jupiter 285. 289. 303.
Justitia 63.
Kälteperioden 327.
Kältepole 41.
Karlseiche 68.
Karpathen a. d. Monde 364.
Kastor 62.
Kepler a. d. Monde 366.
Kläffer 63.
Klassifikation der Himmelskörper 198.
Kleben der Sterne am Mondrand 348.
Kleine Planeten 391.
Kleiner Bär 51. 52.
Kleiner Wagen 52.
Klepsydra 154.
Knoten und Knotenlinie. Die gerade Linie, in welcher die Ebene einer Planetenbahn die Ebene der Ekliptik durchschneidet, heißt die Knotenlinie derselben. Diese Linie, nach beiden Seiten verlängert, bezeichnet am Himmel die beiden Knoten der Bahn, und zwar den aufsteigenden Knoten ☊, wenn der Planet nach seinem Durchgange durch diesen Knoten sich für uns über die Ekliptik, also gegen Nord erhebt, während

der andere, von dem er gegen Süd geht, der niedersteigende ☋ heißt.
Kohlensäcke 68. 69.
Koluren 49.
Komet von 1744. 422.
Komet von 1811. 424.
Kometen 198. 201. 257. 411.
Kranich 68.
Krater des Mondes 353.
Krebs 62.
Kreis, größter, einer Kugel, so heißt jeder Kreis auf der Oberfläche einer Kugel, dessen Mittelpunkt mit dem Mittelpunkt der Kugel zusammenfällt.
Kreuz (südliches) 69.
Krippe 62.
Krone 55.
Krystallisation 95.
Lacus Mortis a. d. Monde 359.
Lacus Somniorum a. d. Monde 360.
Länge der Sterne. Es ist die Entfernung ihres Breitenkreises (s. d.) von dem Frühlingspunkt, von West gegen Ost nach Graden gezählt. Also kurz: Die Länge eines Sternes ist dessen östliche Entfernung vom Frühlingspunkt auf der Ekliptik gemessen. 48.
Leier 56.
Libration des Mondes 337.
Licht 95. 99.
Lichtarten 97.
Lichtausströmung der Kometen 418.
Lichtbrechung 100. 102.
Lichtgeschwindigkeit 127. 138. 146.
Lichtgewölke 250.
Lichtglorie der Sonne 69.
Lichtnebel 161.
Lichtringe 248.
Lichtstärke der Sterne und der Sonne 194. 197.
Lichtverbreitung 100.
Lichtweg 79., als Maß 202.
Lineal 68.
Linsenförmige Nebel 224.
Löwe 62.
— kleiner, 59.
Luchs 59.
Luft 35. 36.
Luftballon 68.
Luftförmig 35. 37.
Magnetismus 35.
Magnetpole 41.
Maler-Staffel 68.
Manilius a. d. Monde 363.
Mare Crisium a. d. Monde 356.
Mare des Mondes 351.
Mare Frigoris a. d. Monde 359.
Mare Humorum a. d. Monde 367.
Mare Imbrium a. d. Monde 364.
Mare Nubium a. d. Monde 367.
Mare Tranquillitatis a. d. Monde 361.
Mare Vaporum a. d. Monde 362.
Mars 282. 288. 289.
Masse der Planeten 307. 309.
Masse der Sonne 260.
Massala a. d. Monde 358.
Mauerquadrant, ein astron. Instrument, welches in dem vierten Theile eines Kreises besteht, der an einer in der Ebene des Meridians erbauten Mauer befestigt ist. 56.
Menelaus a. d. Monde 361.
Mensch als Zweck 314.
Merkur 288. 289. 331.
Meridian oder Mittagskreis ist derjenige größte Kreis am Himmel, der durch die Weltpole (Pole des Erdäquators) und durch den Zenith (Scheitelpunkt) des Beobachters geht. Die Ebene dieses Kreises steht daher senkrecht sowohl auf dem Aequator der Erde als auf dem Horizont des Beobachters. Die Sonne steht genau um Mittag im Meridian, die Sterne culminiren in ihm.
Meridiankreis, ein astron. Instrument, welches aus einem ganzen Kreise mit einem Fernrohre besteht, welches letztere sich in der Ebene des Meridians drehen läßt.
Messier 219.
Meteorsteine 257. 428.
Mikrometer, Vorrichtung an einem Fernrohre, mit dessen Hülfe man kleine Winkel sehr genau messen kann.
Mikroskop 68.
Milchstraße 172. 173.
Milchstraßensystem 253.
Minute, als Winkelmaß, ist der 60te Theil eines Grades.
Mittagslinie ist der Durchschnitt der Ebene des Meridians mit der des Horizontes; sie ist von Süd nach Nord gerichtet.
Mittagsrohr oder Passagen-Instrument. Ein Fernrohr, welches sich um eine horizontale Axe in der Meridianebene drehen läßt.
Mittlere Entfernung der Planeten von der Sonne ist gleichbedeutend mit der halben großen Axe ihrer Bahn.
Mittlerer Planet. Die Planeten bewegen sich in ihren elliptischen Bahnen um die Sonne ungleichförmig oder mit veränderlichen Geschwindigkeiten. Allein ihren ganzen Umlauf um die Sonne vollenden sie dennoch immer in derselben Zeit. Die Astronomen haben daher für jeden wahren Planeten noch einen anderen blos imaginären angenommen, der mit dem wahren dieselbe Umlaufszeit hat, aber sich dafür gleichförmig oder immer mit derselben Ge-

schwindigkeit um die Sonne bewegt, so daß er mit dem wahren Planeten immer zu gleicher Zeit durch die große Axe der Bahn oder durch das Perihelium und Aphelium dieser Bahn geht. Diesen imaginären Planeten nennt man den mittleren Planeten, und man bedient sich seiner zur Erleichterung der astronomischen Berechnungen.
Mond 337.
Mondberge 352.
Monde 198. 200. 257.
Mond ein Spiegel der Erde 342.
Monde des Jupiter 395.
Monde des Saturn 397. 403.
Monde des Uranus 405.
Mondhimmel 344.
Mondoberfläche 349. 356.
Mondthäler 352.
Mühlzapfenloch 52.
Mystiker 32.
Mystische Naturbetrachtung 21.
Nachbilder 226.
Nachtgleiche, s. Aequinoctium.
Nadir oder Fußpunkt des Beobachters ist derjenige unsichtbare Punkt des Himmels, der senkrecht unter dem Beobachter steht, und daher dem Zenith oder Scheitelpunkte gerade entgegengesetzt ist.
Naturbetrachtung, dialektische, 15.
— mystische, 21.
— ästhetische, 27.
— spirituelle, 29.
Naturforschung 14.
Naturgesetze 94.
Naturphilosophie 14.
Nebel 161. 216.
Nebelflecke 161. 172.
Nebel mit Centralsternen 251.
Nebelringe 222.
Nebelsterne 223. 247. 251.
Nebeltheorie des Laplace 3.
Neigung nennt man den Winkel zweier Ebenen gegen einander. So ist die Ekliptik gegen den Aequator der Erde um 23° 28′ geneigt, die Neigung der Mercursbahn gegen die Ekliptik beträgt nahe 7 Grade u. s. w.
Neptun 289. 400.
Netz 68.
Neue Sterne 177.
Nickeleisen 436.
Nördliche Krone 56.
Nördlicher Himmel 49.
Nordpol des Mondes 359.
Nutation 184. 312.
Objective Anschauung 235.
Objectiver Standpunkt 186.
Oceanus Procellarum a. d. Monde 366.
Ochsentreiber 53.
Opposition oder Gegenschein. Ein Planet ist in Opposition, wenn er, von der Erde gesehen, der Sonne gerade gegenübersteht. S. Conjunction.
Optische Doppelsterne 213.
Organisches Leben 96.
Orion 66.
Palus Nebularum a. d. Monde 365.
Palus Putredinis a. d. Monde 365.
Palus Somnii a. d. Monde 360.
Pan 65.
Parabel, eine Kegelschnittslinie.
Paradiesvogel 68.
Parallaxe 191.
Parallelkreis eines Gestirnes ist ein dem Aequator paralleler Kreis, welcher zugleich das Gestirn schneidet. In ihm scheint jedes Gestirn seine tägliche Bahn um die Erde zurückzulegen, und man theilt ihn in Tagbogen und Nachtbogen.
Parvasis 56.
Passage-Instrument, s. Mittagsrohr.
Passende Ideen 444.
Pegasus 58.
Pendeluhr 68. 155.
Penumbra 163.
Perihelium oder Sonnennähe ist der der Sonne nächste Punkt einer Planetenbahn, Aphelium der entfernteste.
Perioden der Sonnenflecken 271.
Periodicität 45. 94.
Periodische Aenderung der Ekliptik 311.
Periodische Revolution, s. tropische Revolution.
Periodische Sterne 177.
Periodische Störungen 114.
Perseus 55.
Perturbationen 113.
Pfau 68.
Pfeil 57.
Pferd 58.
Pherekydes 16.
Phönix 68.
Photometrische Messungen 196.
Photosphäre 163.
Photosphäre der Sonne 151.
Physische Doppelsterne 213.
Physiologische Farben 226.
Picard a. d. Monde 357.
Pico a. d. Monde 365.
Planetarische Nebel 216. 248. 251. 257.
Planeten 198. 200. 256.
Planeten jenseit Neptun 409.
Planetenzahl 445.
Planetoiden 391.

Plato a. d. Monde 365.
Plejaden 61.
Poczobut 57.
Poisson's Hypothese 88.
Polare Kraft der Kometen 425.
Polarität 40.
Polarkreis, es ist der Parallelkreis des Himmels, welcher 23 Grad 28 Minuten vom Pol oder 66 Grad 32 Minuten vom Aequator entfernt ist.
Polarstern 51.
Poldistanz eines Sternes ist gleich 90 Grad weniger der Declination (s. d.) desselben. 48.
Pollux 62.
Polnischer Stier 57.
Posidonius a. d. Monde 360.
Präcession 184. 312.
Procyon 67.
Ptolemäisches System 262.
Quadrant, ein zur Höhenmessung der Sterne bestimmtes Instrument.
Rabe 67.
Radius Vector des Planeten ist die Entfernung des Planeten von dem Mittelpunkte der Sonne, der immer in dem einen der beiden Brennpunkte der elliptischen Planetenbahn sich befindet.
Rectascension oder gerade Aufsteigung eines Sternes. Sie ist die Entfernung des Declinationskreises (s. d.) eines Sternes von dem Frühlingspunkte, von West nach Ost in der Ebene des Aequators gemessen. Die Rektascension ist daher die östliche Entfernung vom Frühlingspunkt im Aequator, ebenso wie die Länge die östliche Entfernung in der Ekliptik ist. 48.
Refraction 101. 103. 184.
Regulus 62.
Reihung der Planeten 309.
Rennthier 59.
Retrograde oder rückgängige Bewegung ist jede Bewegung eines Himmelskörpers von Ost nach West.
Revolution oder Umlaufszeit ist die Zeit, während welcher ein Himmelskörper seinen ganzen Umlauf um irgend einen Punkt oder Körper vollendet. Man unterscheidet bei den Planeten siderische Revol. in Beziehung auf die Fixsterne; tropische oder periodische in Beziehung auf den Frühlingspunkt; synodische in Beziehung auf die Sonne; und anomalistische in Beziehung auf Anomalie.
Riegel 66.
Rillen des Mondes 355. 362.
Ring des Saturn 200. 257. 391.
Ringförmige Nebel 222.
Ringgebirge des Mondes 353.
Rotation des Mondes 337.
Rotation ist die Zeit, innerhalb welcher ein Himmelskörper sich einmal um seine Axe dreht.
Sanduhr 155.
Satelliten oder Trabanten der Planeten sind die Monde, welche einige unserer Planeten begleiten. So ist unser Mond der Satellit der Erde; so hat Jupiter einen, Saturn sieben Satelliten u. s. f.
Saturn 289. 396.
Scala der Siebenzahl 276.
Scaliger 122.
Schall 95.
Scheinbare Größe der Planeten 287.
Scheitel, s. Zenith.
Schiefe der Ekliptik 184. 310.
Schiff 67.
Schiffergestirn 62.
Schild des Sobieski 57.
Schlangenträger 57.
Schöpfeimer 65.
Schwan 55.
Schwanken der Sterne 110.
Schwankungen der Ekliptik 184.
Schwerkraft 447.
Schwerpunkt des Milchstraßensystems 206.
Schwert 55.
Schwertfisch 68.
Scorpion 64.
Seculäre Störungen 114.
Secunde ist der 60te Theil einer Zeit- oder Winkelminute.
See-Octant 68.
Sextant, ein astronom. Instrument, welches besonders zu Beobachtungen auf Schiffen eingerichtet ist.
Siderische Revolution ist die Umlaufszeit eines Planeten um die Sonne in Beziehung auf einen festen Punkt am Himmel.
Siebengestirn 61.
Sieben Planeten 275.
Sieben Wochentage 277.
Siebenzahl 275.
Sinus Iridum a. d. Monde 366.
Sinus Medii a. d. Monde 363.
Sirius 67. 189.
Solstitium oder Sonnenwende sind die beiden Punkte der Ekliptik, die am meisten von der Ebene des Aequators entfernt sind. Man unterscheidet ein Sommer- u. ein Wintersolstitium.
Sommer und Winter auf Mars 386.
Sonne, ihr Durchmesser 264., ihre Dichtigkeit und Masse 266., ihre Flecken 268., ihre Rotation 277., ihre ungleiche Wirkung 269.

Sonne, Mond und Sterne 259.
Sonnen 198. 199.
Sonnenatmosphäre 168.
Sonnenbahn 165.
Sonnenfackeln 164. 167.
Sonnenferne, s. Aphelium.
Sonnenfinsterniß 169.
Sonnenflecke 163. 268.
Sonnennähe, s. Perihelium.
Sonnenoberfläche 164. 167.
Sonnensystem 258.
Sonnenwende, s. Solstitium.
Sonnentag ist die Zeit von einer Culmination der Sonne, oder von einem Mittag bis zum nächstfolgenden. Im Gegensatz davon ist Sternentag die Zeit zwischen zwei nächsten Culminationen eines Fixsternes. Wegen Bewegung der Erde in ihrer Bahn um die Sonne ist ersterer etwas länger.
Sonnenuhr 155.
Sonnenzeit ist der Stundenwinkel der Sonne.
Sphärenharmonie 290.
Sphärenmusik 292.
Spica 63.
Spiralnebel 219. 250. 252. 257.
Spiritualisten 32.
Spirituelle Naturbetrachtung 29.
Steinbock 65.
Sternbilder 47.
Sternfunkeln 119.
Sterngruppirung 169. 171. 173.
Sternhaufen 172. 216. 250.
Sternkarte 47.
Sternlinse 174.
Sternringe 173. 176.
Sternschnuppen 257. 428.
Sternschwärme 161. 172.
Sternschwanken 111.
Sterntag, s. Sonnentag.
Sternweite 79.
Sternzahl 160.
Sternzeit ist der Stundenwinkel des Frühlingspunktes.
Stier 61. 62.
Stöchiometrie 95.
Störende Körper 114.
Störungen 112. 132.
Stoffverschiedenheit 6.
Streifen auf dem Monde 355.
Streifen des Jupiter 393.
Stundenkreis, s. Declinationskreis.
Subjective Anschauung 186. 225.
Subjective Farben 225.
Substanz des Jupiter 394.
Südliche Fische 66.
Südliche Krone 68.
Südlicher gestirnter Himmel 67.
— Himmel 50.
Südliches Dreieck 68.
— Kreuz 69.
Synodische Revolution, s. Revolution.
System der Himmelskörper 256.
Tänzer 52.
Tafelberg 68.
Tagbogen, s. Parallelkreis.
Taube 68.
Taurus-Hochland a. d. Monde 360.
Telegraphenleitung 146.
Teleskopische Planeten 391.
Temperaturabnahme der Erde 148.
Temperatur des Weltraumes 89.
Thäler auf dem Monde 353.
Thatsachen der Natur 444.
Theodolith, ein Instrument sowohl zum geodätischen, als zum astronomischen Gebrauch.
Thierkreis 60.
Thierkreisbilder 60.
Thierkreislicht 200. 257. 427.
Thron des Orion 66.
Trabanten 200.
Tealles a. d. Monde 358.
Triangel 58.
Tropicus oder Wendekreis. Diejenigen beiden Parallelkreise des Aequators, welche von demselben um die Schiefe der Ekliptik, also um 23 Grad 28 Minuten abstehen, nennt man Wendekreise; gleichsam zwischen ihnen bewegt sich scheinbar die Sonne.
Tropische oder periodische Revolution, s. Revolution.
Tycho a. d. Monde 368.
Ueberglänzen der Sterne 230.
Ultra-Zodiacal-Planeten 391.
Umdrehungspole 41.
Umlaufszeit, s. Revolution.
Undulationshypothese 104.
Unendlich 77. 78.
Unermeßlich 77.
Unsere Welt 237.
Uranus 289. 404.
Variation ist eine der großen Störungsgleichungen des Mondes, die durch die Einwirkung der Sonne verursacht werden.
Venus 288. 289. 334.
Veränderliche Sterne 177.
Verbindung durch Erdreich 146.
Verbreitung des Lichtes 100.
Verlöschen der Sonne 179.
Verschiedenfarbige Sonnen 231.
Verschwundene Sterne 177.
Vertheilung der Meteorsteine 441.

Verticalkreis, s. Höhenkreis.
Vibrationshypothese 104.
Vier Elemente 35.
Vitruvius a. d. Monde 360.
Vogel 55.
Vorrücken der Nachtgleichen 312.
Wärme 95.
Wärmestrahlung des Mondes 340.
Wärmeverhältnisse der Erde 322.
Wärmevertheilung 320.
Wärmezonen 149.
Wagen 51. 52.
Wallebenen des Mondes 353.
Wallfisch 65. 66.
Wasser 35. 36.
Wassermann 65.
Wasserschlange 66. 66.
Wasseruhe 154.
Wechsel der Jahreszeiten 318.
Wega 55.
Weiße der Mondoberfläche 351.
Weltäther 35. 82. 84.
Weltaxe ist die Axe des Aequators, also die gerade Linie, welche den Mittelpunkt des Aequatorkreises rechtwinkelig auf seine Ebene durchschneidet.
Weltentstehung 2.
Weltgesetze 211.
Weltpole sind die beiden Punkte des Himmels, in welchen die Weltaxe die scheinbare Oberfläche der Himmelskugel schneidet.
Weltraum 81.
Weltstoffe 11.
Weltzweck 315.
Wendekreis, s. Tropicus.
Wetterperiode 46.
Wetterwirkung des Mondes 341.
Widder 60.
Winkelmaß 68.
Wintersolstitium, s. Solstitium.
Wolf 68.
Wolken (magelhansche) 68.
Wunder 34.
Zahl der Planeten 43. 445.
Zahlenlehre des Pythagoras 277.
Zahlenspiel 302.
Zeichen der Planeten 280.
Zeitmessung 154.
Zenith oder Scheitelpunkt ist der Punkt des Himmels, welcher senkrecht über dem Beobachter, also im Scheitel desselben, liegt. Es ist der höchste Punkt des Himmels in Beziehung auf den Horizont, dessen oberer Pol. Ihm gegenüber ist der Nadir, s. d.
Zenithdistanz eines Sternes ist die Entfernung desselben vom Zenith, in seinem Höhenkreis (s. d.) gemessen. 48.
Ziege 56.
Zirkel 68.
Zodiacallicht 257. 427.
Zodiacus, s. Thierkreis.
Zügelhalter 59.
Zweckmäßigkeit 315.
Zwillinge 62.

Druckfehler.

S. 71 Z. 8 v. u. l. facltcen st. faelischen. S. 83 Z. 18 l. Fonriees st. Fourriees. S. 150 Z. 7 v. u. l. Astronomy st. Astronomie. S. 267 Z. 14 l. letzteren ebenso st. letzteren, ebenso. S. 282 Z 6 u. 7 l. Leier, um eine vermehrend, sich. S. 292 Z. 13 l. Weltsymphonieen st. Weltsymphonien. S. 302 Z. 11 v. u. l. Van der st. Vander. S. 320 Z. 16 l. Wärmefond st. Wärmefonds. S. 336 Der Pfeil rechts unter dem Holzschnitt sollte um eine Phase mehr rechts stehen. S. 356 Z. 14 o. u. l. yockennaebig st. dockennaebig. S. 358 Z. 11 l. der Gans st. den Gans. S. 358 Z. 13 l. der Nassala st. den Nassala.

Druck von F. B. Hirschfeld in Leipzig.

Die Kometen nicht zur Aufnahme in diese Tabelle, welche übrigens, da sie keineswegs [...]nen Vergleichungen dienen können.

		Neigung der Rotationsaxe gegen die Bahnebene.	Dauer einer Rotation. Eines Tages, in Erdzeit.	Stärke der Abplattung.	Stärke der Beleuchtung durch die Sonne, d. der Erde — 1 ges.	Scheinbarer Durchmesser der Sonne, von dem Planeten aus.
	Sonne.	0	25 T. 8 St. 9 M.		—	0
Innere Planeten.	Mercur.		24 St. 5 M.		6,656	1° 24′ 8″
	Venus.		23 St. 21 M.		1,932	0° 45′ 1″
	Erde.	66° 32′	23 St. 56 M.	1/299	1	0° 32′ 34″
	Mars.	61° 18′	1 T. 0 St. 37 M.	1/32 (1/16)	0,436	0° 21′ 22″
Kleine Planeten.	Flora	Unbekannt.		Unbekannt.		0° 12′ 45″
	Victoria.					
	Vesta.					
	Iris.					
	Metis.					
	Hebe.					
	Parthenope.					
	Asträa.					
	Egeria.					
	Irene.					
	Eunomia.					
	Juno.		Ju. 27 St.?			
	Ceres.					
	Pallas.				Pa. 0,130	
	Hygiea.					
Aeußere Planeten.	Jupiter.	86° 54′	9 St. 55 M.	1/16 (1/18)	0,036	0° 6′ 15″
	Saturn.		10 St. 29 M.	1/10	0,011	0° 3′ 25″
	Uranus.	0° 46′	9 St. 30 M.?	1/10	0,003	0° 1′ 42″
	Neptun.	?	?	?	0,001	0° 1′ 5″
Satelliten.	Mond der Er[de]	bis 6° 47′	27 T. 7 St. 43 M.	0	1	
	Mond des [Jupiter]: Erster, Zweiter, Dritter, Vierter		Wahrscheinlich bei allen gleich dem Umlauf.		0,036	
	Monde des Saturn: Mimas. Encelad[us]. Tethys. Dione. Rhea. Titan. Hyperion. Japetus.				0,011	
	Ringe des Saturn.			Sehr groß		
	6 Monde d[es] Uranus.				0,003	
	2 Monde d[es] Neptun.				0,001	

htbare

E

Aus Stieler's Hand-Atlas

Taf. II.

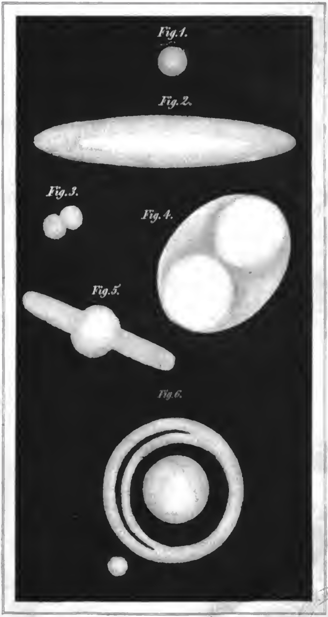


Fig. 1.

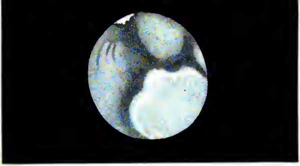


Fig. 2.

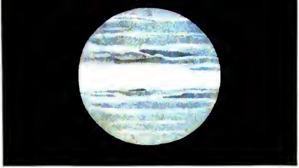
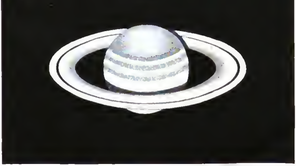
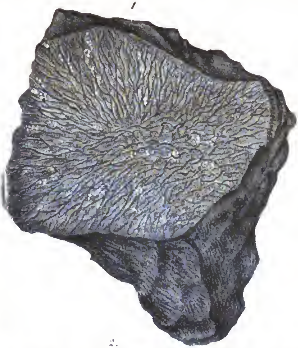


Fig. 3.



1



2.

